

C743e
6805
c.1

FO: DP/CHI/83/017
DOCUMENTO DE TRABAJO Nº 21

INVESTIGACION Y DESARROLLO
DE AREAS SILVESTRES
EN ZONAS ARIDAS Y SEMI ARIDAS DE CHILE

CORPORACION NACIONAL FORESTAL
PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO
ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION

ECOSISTEMAS DE BOSQUES Y MATORRALES MEDITERRANEOS Y SUS
TRATAMIENTOS SILVICULTURALES EN CHILE

Antonio Vita A.



PROLOGO

Como una forma de contribuir al fortalecimiento de las instituciones relacionadas a la problemática de las zonas áridas y semi-áridas, el Proyecto CHI/83/017 contrató al especialista, Sr. Antonio Vita Alonso, Profesor Titular de la Cátedra de Manejo de Zonas Aridas de la Escuela de Ingeniería Forestal de la Universidad de Chile, con el objeto de elaborar un texto- guía que abordara, en forma global, la caracterización de los ecosistemas de zonas áridas y semi-áridas, los estudios y experiencias llevadas a cabo en ellas y sus proposiciones de recomendaciones aplicables a cada una de las formaciones vegetales existentes.

El Documento de Trabajo "Ecosistemas de Bosques y Matorrales Mediterráneos y sus tratamientos silviculturales en Chile", editado por el Proyecto, esperamos pueda servir como elemento de consulta y orientación a todos los profesionales que laboran en el ámbito de las zonas áridas y semi-áridas, especialmente como un texto-guía de formación académica para futuros profesionales que en su trabajo tengan que desenvolverse en el ámbito de los recursos naturales renovables asociados a estas zonas.

El Director del Proyecto CHI/83/017 desea agradecer muy especialmente al Profesor Sr. Antonio Vita Alonso, por el excelente trabajo realizado en la creación de este documento.



Jaime Latorre Alonso
Director Proyecto CHI/83/017

RESUMEN

El objetivo del presente documento es entregar, a los profesionales interesados en el manejo de los ecosistemas de bosques y matorrales mediterráneos, una guía de consulta en relación al estado actual de dichos ecosistemas, a sus potencialidades y a las intervenciones silviculturales susceptibles de ser aplicadas en los terrenos forestales cubiertos con vegetación leñosa.

Con tal propósito, en la primera parte, se analizan las características de los ecosistemas mediterráneos, en especial, la estructura y composición de la vegetación, su dinámica y producción. A continuación, se entrega una síntesis del uso pasado, actual y perspectivas para el futuro de dichos ambientes.

En la segunda parte, se analizan los tratamientos silviculturales aplicables clasificados en: métodos de regeneración natural, tratamientos intermedios, tratamientos transitorios y manejo de formaciones arbustivas. Finalmente, se entrega una metodología general para la aplicación de las intervenciones.

La bibliografía que se presenta permitirá al lector profundizar algunos de los temas de su interés que se tratan en este documento.

AGRADECIMIENTOS

El autor de este manual desea dejar constancia de su agradecimiento a los académicos de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Sres. Patricio Azócar C. y Manuel Toral I., como asimismo al Jefe Provincial de Choapa, Corporación Nacional Forestal, IV Región, Sr. Iván R. Hernández G., quienes tuvieron la gentileza de facilitar documentos aún no publicados.

INDICE

| | Pág. |
|---|------|
| I. INTRODUCCION | 1 |
| PRIMERA PARTE | 3 |
| II. CARACTERISTICAS DE LOS ECOSISTEMAS MEDITERRANEOS | 4 |
| 1. Generalidades | 4 |
| 2. Clima | 4 |
| 2.1 Cuenca del Mediterráneo | 4 |
| 2.2 República de Sud-Africa | 5 |
| 2.3 Australia | 5 |
| 2.4 California | 6 |
| 2.5 Chile | 6 |
| 3. Fisiografía y Suelos | 15 |
| 3.1 Cuenca del Mediterráneo | 15 |
| 3.2 Sud-Africa | 15 |
| 3.3 Australia | 15 |
| 3.4 California | 16 |
| 3.5 Chile | 17 |
| 4. Vegetación | 23 |
| 4.1 Generalidades | 23 |
| 4.1.1 Bosque mediterráneo | 23 |
| 4.1.2 Matorral | 24 |
| 4.2 Adaptaciones de la vegetación al medio | 25 |
| 4.3 Composición florística y caracterización es- tructural | 28 |
| 4.3.1 En el exterior | 28 |
| 4.3.1.1 Cuenca del Mediterráneo | 28 |
| 4.3.1.2 Australia | 30 |
| 4.3.1.3 California | 31 |
| 4.3.2 Chile | 33 |
| 4.3.2.1 Región del Desierto | 33 |
| 4.3.2.2 Región de las Estepas Alto-Andinas | 36 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 4.3.2.3 | Región de los Matorrales y Bosques Esclerófilos | 38 |
| 4.4 | Estado de los Ecosistemas de <u>Quillaja saponaria</u> en la región de Clima Mediterráneo Semiárido | 57 |
| 4.5 | Dinámica de la vegetación de los ecosistemas mediterráneos | 62 |
| 4.5.1 | En el exterior | 62 |
| 4.5.1.1 | Región del Mediterráneo | 62 |
| 4.5.1.2 | California | 64 |
| 4.5.2 | En Chile | 65 |
| 4.5.2.1 | Pampa del Tamarugal | 65 |
| 4.5.2.2 | Llaretales | 65 |
| 4.5.2.3 | Sector Huentelauquén-Combarbalá | 65 |
| 4.5.2.4 | Fitodinámica post-cultivo en el sector de Canela Baja | 70 |
| 4.5.2.5 | Dinámica de la vegetación en el sector costero de la región mediterránea árida | 71 |
| 4.5.2.6 | Dinámica en sector interior de la región mediterránea árida | 81 |
| 4.5.2.7 | Estepa de <u>Acacia caven</u> en la región mediterránea semiárida | 83 |
| 4.5.2.8 | Bosque esclerófilo en la región mediterránea semiárida | 85 |
| 4.5.2.9 | Ecosistemas de <u>Quillaja saponaria</u> en la región mediterránea semiárida | 86 |
| III. | PRODUCCION Y PRODUCTIVIDAD DE LA VEGETACION | 87 |
| 1. | Zona Desértica | 87 |
| 2. | Regiones Mediterráneas Perárida y Árida | 88 |
| 3. | Regiones Mediterráneas Semiárida y Subhúmeda | 91 |
| 3.1 | Antecedentes de otras regiones | 91 |
| 3.2 | Bosque artificial | 94 |
| 3.3 | Bosque esclerófilo y espinales | 98 |
| 3.3.1 | Especies arbustivas presentes en estas formaciones | 98 |
| 3.3.1.1 | <u>Sophora macrocarpa</u> | 98 |
| 3.3.1.2 | Otras especies arbustivas | 99 |
| 3.3.2 | Producción del bosque esclerófilo considerado en su conjunto | 100 |
| 3.3.3 | Especies del bosque esclerófilo considerados en forma individual | 101 |

| | Pág. |
|--|------------|
| 3.3.3.1 <u>Quillaja saponaria</u> | 101 |
| 3.3.3.2 <u>Peumus boldus</u> | 107 |
| 3.3.3.3 <u>Acacia caven</u> | 115 |
| 3.3.3.4 <u>Cryptocarya alba</u> | 116 |
| 3.3.4 Producción forrajera | 116 |
| 3.4 Palma chilena | 117 |
| 3.4.1 Crecimiento | 117 |
| 3.4.2 Producción | 117 |
| IV. USO PASADO, ACTUAL Y PERSPECTIVAS PARA EL FUTURO DE LOS ECOSISTEMAS MEDITERRANEOS | 118 |
| 1. Generalidades | 118 |
| 2. Región del Mediterráneo | 118 |
| 2.1 Norte de Africa | 118 |
| 2.2 Israel | 120 |
| 2.3 Grecia | 122 |
| 2.4 Francia | 124 |
| 2.5 España | 125 |
| 2.6 Análisis general de la Región del Medite- rráneo | 126 |
| 3. Sud-Africa | 129 |
| 4. Australia | 130 |
| 5. California | 131 |
| 6. México | 136 |
| 7. Chile | 138 |
| 7.1 Zona Desértica | 138 |
| 7.2 Zona de Tendencia Tropical | 141 |
| 7.3 Regiones Mediterráneas Perárida y Arida | 141 |
| 7.4 Regiones Mediterráneas Semiárida y Subhúmeda | 148 |
| 7.4.1 Uso pasado y actual | 148 |
| 7.4.1.1 Bosques y matorrales esclerófilos y espina- les | 150 |
| 7.4.1.2 Palmares | 151 |
| 7.4.1.3 Bosques artificiales | 153 |
| 7.4.2 Perspectivas para el futuro | 154 |
| 7.4.2.1 Generación del conocimiento básico para el desarrollo | 154 |
| 7.4.2.2 Perspectivas para el futuro de los diferen- tes usos..... | 155 |
| 7.5 Situación global | 159 |
| SEGUNDA PARTE | 161 |

| | Pág. |
|--|------|
| V. MÉTODOS DE REGENERACION NATURAL EN BOSQUES MEDITERRANEOS | 162 |
| 1. Bases de la silvicultura en zonas mediterráneas | 162 |
| 2. Ordenación | 163 |
| 3. Generalidades sobre la regeneración natural | 169 |
| 3.1 Regeneración por semillas | 169 |
| 3.2 Regeneración por retoños | 170 |
| 4. Monte alto | 171 |
| 4.1 Monte alto regular | 171 |
| 4.1.1 Tala rasa | 172 |
| 4.1.2 Arbol semillero | 173 |
| 4.1.3 Cortas sucesivas | 176 |
| 4.2 Monte alto irregular | 177 |
| 5. Monte bajo | 183 |
| 5.1 Monte bajo regular | 183 |
| 5.2 Monte bajo irregular | 185 |
| 5.3 Monte bajo adeshado | 185 |
| 6. Monte medio | 185 |
| VI. TRATAMIENTOS INTERMEDIOS | 188 |
| 1. Limpias y desbroces | 189 |
| 2. Cortas de liberación y cortas de mejoramiento | 190 |
| 3. Cortas sanitarias y de salvamento | 190 |
| 4. Clareos y raleos | 190 |
| 5. Podas | 192 |
| 5.1 Tipos de poda | 193 |
| 5.1.1 Según la etapa en que se realizan | 193 |
| 5.1.2 Según la forma de cortar las ramas | 193 |
| 5.2 Ejemplos de aplicación de podas | 194 |
| 5.2.1 Descripción de los tipos de poda en alcor- noque | 194 |
| 5.2.2 Realización de las podas | 195 |
| 5.3 Posibilidades de empleo de la poda en Chile | 197 |
| 6. Tratamientos para la obtención de productos interme- dios | 197 |
| 7. Otros tratamientos intermedios | 199 |

| | Pág. |
|---|------|
| VII. TRATAMIENTOS TRANSITORIOS | 199 |
| 1. Conversión | 200 |
| 2. Transformación | 202 |
| 3. Enriquecimiento | 203 |
| VIII. TRATAMIENTOS DE FORMACIONES ARBUSTIVAS | 206 |
| 1. Importancia de los arbustos | 206 |
| 2. Bases para el tratamiento de formaciones arbustivas.. | 207 |
| 3. Regeneración natural | 208 |
| 3.1 Regeneración natural en plantaciones | 208 |
| 3.2 Regeneración natural en formaciones naturales | 210 |
| 4. Métodos de corta de arbustos para la obtención de di- versos productos | 212 |
| 4.1 Obtención de productos medicinales e indus- triales | 212 |
| 4.2 Obtención de leña | 214 |
| 4.3 Obtención de forraje | 214 |
| 5. Poda de arbustos | 214 |
| 6. Arquitectura de arbustos y estructuras para diversos objetivos | 215 |
| 7. El uso del fuego en el manejo de matorrales | 219 |
| IX. METODOLOGÍA GENERAL PARA LA APLICACION DE TRATAMIENTOS SILVICULTURALES EN BOSQUES Y MATORRALES | 221 |
| 1. Fase de reconocimiento y diagnóstico | 221 |
| 1.1 Ubicación geográfica y administrativa del pre- dio | 221 |
| 1.2 Estado legal del predio | 221 |
| 1.3 Estado económico del predio | 222 |
| 1.4 Estado ecológico del sector | 222 |
| 1.4.1 Descripción general | 222 |
| 1.4.1.1 Clima | 222 |
| 1.4.1.2 Geomorfología, fisiografía y topografía | 222 |
| 1.4.1.3 Hidrografía | 222 |
| 1.4.1.4 Suelos | 222 |
| 1.4.1.5 Vegetación | 222 |
| 1.4.1.6 Fauna silvestre | 222 |
| 1.4.2 Descripción según zonificación | 223 |
| 2. Fase de toma de decisiones | 224 |
| 2.1 Estructura que se desea obtener y composición | 224 |

Pág.

| | | |
|-----|--|-----|
| 2.2 | Elección del tratamiento silvicultural general | 224 |
| 2.3 | Ordenación | 225 |
| X. | BIBLIOGRAFIA | 227 |
| | APENDICE FOTOGRAFIAS | 243 |

I. INTRODUCCION

A diferencia de lo que ocurre con lo relativo a la forestación, la bibliografía relacionada con el tratamiento silvicultural de la vegetación en zonas áridas y semiáridas es muy escasa. Ello se explica porque tradicionalmente, al iniciar un manejo forestal en un área determinada, los primeros esfuerzos se han dirigido hacia la recuperación de áreas degradadas, lo que, sin duda, en muchos casos es lo más urgente en términos de prioridad.

Debido a la fragilidad de los ecosistemas áridos y semiáridos, una parte muy importante de ellos se encuentra en diversos estados de degradación, como consecuencia del mal uso a que han sido sometidos. Ello justifica, la necesidad de recurrir a la forestación como herramienta indispensable para revertir el proceso.

No obstante lo anterior, en los ambientes con déficit hídrico también existe vegetación, en diferente condición, que está siendo utilizada con diversos objetivos o que tiene un potencial a futuro. Mediante el tratamiento adecuado de ella es posible aprovecharla con criterio de permanencia, evitando así la degradación e incluso, destrucción a que ha sido objeto en el pasado. Más aún, las intervenciones silviculturales pueden conducir los ecosistemas forestales hacia una mayor producción y productividad, de manera que satisfagan eficazmente las crecientes demandas de la población.

Los ecosistemas mediterráneos forman parte de los ambientes áridos y semiáridos a que se ha hecho referencia. Probablemente, dentro de ellos constituyen los lugares más agradables para la vida humana, debido a la suavidad del clima como resultado de la cercanía del océano y de otros factores relacionados. En tres de las cinco regiones del mundo con clima mediterráneo existe una gran concentración de población en relación a las regiones vecinas. Tal es el caso de los países de que rodean al Mar Mediterráneo, de California y de Chile.

Esta gran población que habita en las regiones mediterráneas presenta diversos grados de dependencia con la vegetación y ello es consecuencia fundamentalmente del nivel de desarrollo del país o de ciertas zonas dentro de un determinado país. En aquellas más desarrolladas socioeconómicamente las demandas de la sociedad se refieren a aspectos tales como la recreación para los habitantes de las grandes ciudades, turismo, control de incendios y regulación de los regímenes hidrológicos. En el otro extremo, se encuentran las zonas subdesarrolladas donde la relación del hombre con el medio es de subsistencia y las demandas de la sociedad, generalmente rural, es por combustible leñoso, pastoreo y otros productos para la satisfacción de las necesidades básicas de la población. Cualquiera sea el caso es creciente la necesidad de contar con herramientas silviculturales que puedan orientar el manejo de la vegetación leñosa de los ecosistemas mediterráneos.

En Chile existen tres grandes formaciones de vegetación relacionadas con los ambientes mediterráneos (Gajardo, 1983). La primera

corresponde a los matorrales esteparios que se encuentran preferentemente en las regiones áridas y peráridas. Las otras son los matorrales y bosques esclerófilos y los matorrales y bosques espinosos, que se encuentran mayoritariamente en las regiones semiáridas y subhúmedas.

Gajardo (1987) determinó que los matorrales esteparios cubren una superficie de 2.053.750 ha, los matorrales y bosques esclerófilos 1.959.375 ha y los matorrales y bosques espinosos 3.865.625 ha, lo que da un total de 7.868.750 ha, equivalente a un 10,4% de la superficie total del país.

La referida vegetación presenta características muy propias en términos de estructura, composición y funcionamiento, lo que requiere de enfoques y técnicas especiales.

El objetivo del presente documento es entregar a los profesionales interesados en el manejo de estos ecosistemas una guía de consulta en relación al estado actual de los ecosistemas mediterráneos, a sus posibilidades y a las intervenciones silviculturales susceptibles de ser aplicadas en los terrenos forestales cubiertos con bosques o matorrales.

Para cumplir con dicho propósito se ha procurado reunir y sintetizar la información disponible sobre el particular, a modo de contribuir a la difusión del conocimiento de estos ecosistemas que van adquiriendo cada vez mayor importancia.

PRIMERA PARTE

ECOSISTEMAS DE BOSQUES Y MATORRALES MEDITERRANEOS

II. CARACTERISTICAS DE LOS ECOSISTEMAS MEDITERRANEOS

1. Generalidades

Los ambientes mediterráneos están definidos fundamentalmente por un clima caracterizado por la concentración de las precipitaciones en invierno, un período de sequía en verano y temperaturas extremas moderadas, con escasa ocurrencia de heladas, las cuales no son de gran intensidad. Las condiciones anteriores están determinadas por la influencia oceánica, asociada en muchos casos a corrientes frías y a la presencia de centros de alta presión subtropical. Los montos totales de precipitaciones son muy irregulares año a año, situación que se hace más evidente a medida que aumentan las condiciones de aridez. Por tal motivo, el concepto de precipitación media no es de gran significación en zonas mediterráneas; es más útil considerar la mediana.

A nivel mundial no es un clima frecuente en términos de superficie involucrada, pero está distribuido en los seis continentes habitados. De acuerdo con "Silva Mediterránea" (1985, a) el bosque mediterráneo ocupa el ocho por ciento de la superficie forestal total de la tierra. Al observar un mapa se puede apreciar que, en general, los climas mediterráneos están en latitudes promedios de 30 a 40°, tanto Norte como Sur y corresponden a las siguientes regiones: zona alrededor del Mar Mediterráneo, sector Suroeste de la república de Africa del Sur, dos sectores del Sur y Suroeste de Australia, California y parte Central de Chile.

2. Clima

El clima mediterráneo descrito está influenciado en forma importante por las características de topografía, exposición, altitud y orientación de las costas y montañas, las que condicionan las variaciones locales dentro de dicho clima, tanto a nivel general como particular.

A continuación se expondrán las principales características climáticas por regiones.

2.1 Cuenca del Mediterráneo

Las áreas con clima mediterráneo ubicadas alrededor del Mar Mediterráneo incluyen más de la mitad del total de superficie con clima de este tipo en el mundo (Di Castri and Mooney, 1973). Para efectos de comparación de las características del clima mediterráneo entre las diferentes regiones y determinar la intensidad en que se presenta el referido clima, se considera el porcentaje del total de precipitaciones que cae durante el semestre invernal. En el caso del Mar Mediterráneo entre el 65 y 70% de la precipitación anual ocurre durante la mitad invernal. (Di Castri and Mooney, 1973).

En comparación a California y Chile, los veranos son más cálidos. El Mar Mediterráneo tiene poco efecto refrescante en las noches de

verano, pero ello se compensa por no presentar un período seco tan prolongado como en California y Chile. En Montpellier la temperatura máxima ha alcanzado a 45°C. Por otra parte, la Riviera Francesa corresponde a la latitud más alta (sobre 43° L.N.) donde ocurre el verdadero clima mediterráneo a nivel mundial (Di Castri and Mooney, 1973).

La importancia del tipo de distribución de las precipitaciones en la determinación de las características climáticas y sus efectos sobre el ecosistema, queda demostrada con lo que ocurre en Francia. En la zona del Mediterráneo caen entre 800 y 900 mm de precipitación anual, pero con un período estival seco. En cambio, hacia el Norte del Macizo Central, donde ya no se manifiesta la influencia mediterránea, por ejemplo, en París, caen alrededor de 600 mm anuales, pero distribuidos uniformemente a lo largo del año (50 mm mensuales). Ello se traduce en tipos vegetacionales muy diferentes entre ambas áreas.

2.2 República de Sud-Africa

La superficie con clima mediterráneo de Sud-Africa es bastante reducida si se compara con la de Australia. Ello se debe en gran medida a la presencia de una serie de montañas paralelas a la costa que impiden una mayor penetración de la influencia marina. Hacia el interior, el clima es más continental, con más calor en verano y mayores probabilidades de heladas en invierno (Di Castri and Mooney, 1973).

Igual que en California y Chile, en Sud-Africa existe una corriente marina fría cercana a la costa, lo que condiciona la presencia de un desierto (Namibia) ubicado al Norte y la zona mediterránea a mayor latitud.

2.3 Australia

La zona de clima mediterráneo en Australia está limitada en un sector de la parte S.O. y en otro en la mitad Oeste de Victoria.

Hacia el Norte la zona de clima mediterráneo alcanza a 28°S, la más cercana al Ecuador del mundo (Di Castri and Mooney, 1973).

En la zona mediterránea australiana caen entre 250 y 1.500 mm de precipitación anual, con un 5 a 15% de ellas en verano, lo cual constituye un rasgo atípico de clima mediterráneo (Di Castri and Mooney, 1973).

A diferencia de Sud-Africa, California y Chile, en Australia no existe una corriente marina fría cercana a la costa. Debido a ello, la influencia marina es más limitada en intensidad, lo que se traduce en veranos más cálidos, tal como ocurre en el Mar Mediterráneo. Sin embargo, la ausencia de obstáculos fisiográficos permite que esta limitada influencia marina en intensidad penetre más hacia el interior.

2.4 California

La zona mediterránea de California tiene precipitaciones que van desde una media mínima anual de 275 mm hasta 900 mm.

Considerando toda la zona con clima mediterráneo se puede decir que California tiene el clima más marcadamente mediterráneo del mundo, ya que el 85% de la precipitación anual se produce en la mitad invernal del año. Igual que en el caso de Chile, la costa de California tiene veranos muy suaves e inviernos libres de heladas, pero hacia el interior, pasada la Cordillera de la Costa, la temperatura máxima alcanza a 40°C y se presentan heladas en invierno. En dichas áreas sin influencia directa del océano, la humedad relativa puede descender a niveles tan bajos como 5%. Por otra parte, ocurren vientos secos y cálidos que soplan del desierto de Mojave al mar y que, alcanzan velocidades de 160 km/hora (viento Santa Ana).

Si se comparan las zonas mediterráneas de California con las de Chile se pueden establecer las siguientes diferencias (Di Castri and Mooney, 1973):

- En California el clima mediterráneo alcanza mayores altitudes.
- El clima mediterráneo termina a mayores latitudes en California; es decir, tiene mayor amplitud que en el caso de Chile.
- A una misma latitud, las estaciones chilenas son considerablemente menos áridas que las de California, excepto en la parte más árida (Taltal). Esto último se debe a que en Baja California existen precipitaciones de verano, debido a la influencia tropical, situación que no ocurre en la zona desértica costera de Chile.
- Hacia el interior, las temperaturas son más altas en verano y más bajas en invierno (son más extremas) en California. Ello se debe al menor ancho del territorio chileno y a la mayor influencia de la Corriente de Humboldt, debido a los valles transversales.
- Si se consideran las zonas más típicamente mediterráneas, en las latitudes de 33° a 34° N y S, respectivamente, las precipitaciones de verano son significativamente mayores en California que en Chile.

2.5 Chile

En un sentido amplio el clima mediterráneo incluye zonas con 12 meses secos (zona mediterránea perárida, con límite Norte en Copiapó) hasta zonas con un mínimo de un mes seco (zona mediterránea perhúmeda, con límite Sur en Osorno y Río Bueno). En el primer caso, a pesar de que las precipitaciones medias alcanzan sólo a 25 mm anuales, éstas se concentran marcadamente en invierno, lo que le infiere la característica de mediterraneidad.

En sentido estricto, solamente las zonas de clima semiárido y subhúmedo, de acuerdo a la clasificación de Di Castri, (1975) se pueden considerar como verdadero clima mediterráneo. El resto de las zonas solamente presentan elementos de clima mediterráneo.

En Chile, el clima más marcadamente mediterráneo a nivel mundial está en la zona mediterránea semiárida, que incluye las ciudades de Valparaíso y Santiago, donde el 90% de la precipitación anual se produce en el semestre invernal; pero, a diferencia de California, esta concentración de lluvias se altera rápidamente hacia el Sur y en menor grado hacia el Norte (Di Castri and Mooney, 1973).

Para caracterizar las condiciones climáticas de las zonas mediterráneas de Chile se ha empleado la clasificación bioclimática de Di Castri, (1975), la cual incluye dentro de sus fundamentos la vegetación natural.

Aunque no está dentro del ámbito de este trabajo, se incluirán las zonas de clima desértico del Norte chileno, las cuales presentan algunas formaciones leñosas susceptibles de tratamiento.

Se debe aclarar, que lo que se denomina desierto en Chile corresponde a áreas excepcionalmente secas donde, en la mayoría de los casos no existe vegetación por falta absoluta de precipitaciones, situación atenuada en ciertas áreas por la presencia de aguas subterráneas o neblinas marinas. Lo anterior prácticamente no tiene equivalente en el mundo, excepto en el desierto peruano y algunos puntos del desierto de Sahara.

Lo que habitualmente se denomina desierto en el exterior corresponde a áreas que reciben entre 25 y (250 - 300) mm de precipitación anual lo que da como resultado una vegetación caracterizada por una fisionomía de leñosas bajas, como ocurre en las zonas mediterráneas peráridas y áridas en Chile o de gramíneas perennes, como ocurre en la parte oriental de las Regiones de Aysén y Magallanes y en la Patagonia Argentina. La diferencia de vegetación señalada está determinada por el régimen de precipitaciones en cuanto a su distribución y la temperatura. En efecto, lluvias concentradas en invierno dan como resultado vegetación predominantemente leñosa en cambio, lluvias concentradas en verano o distribuidas a lo largo del año, situaciones generalmente unidas a bajas temperaturas por cuanto corresponden a áreas de mayor continentalidad, dan como resultado vegetación predominantemente herbácea.

A continuación se presentan antecedentes climáticos tomando como base la clasificación de Di Castri, (1975) para las zonas con limitaciones hídricas en Chile.

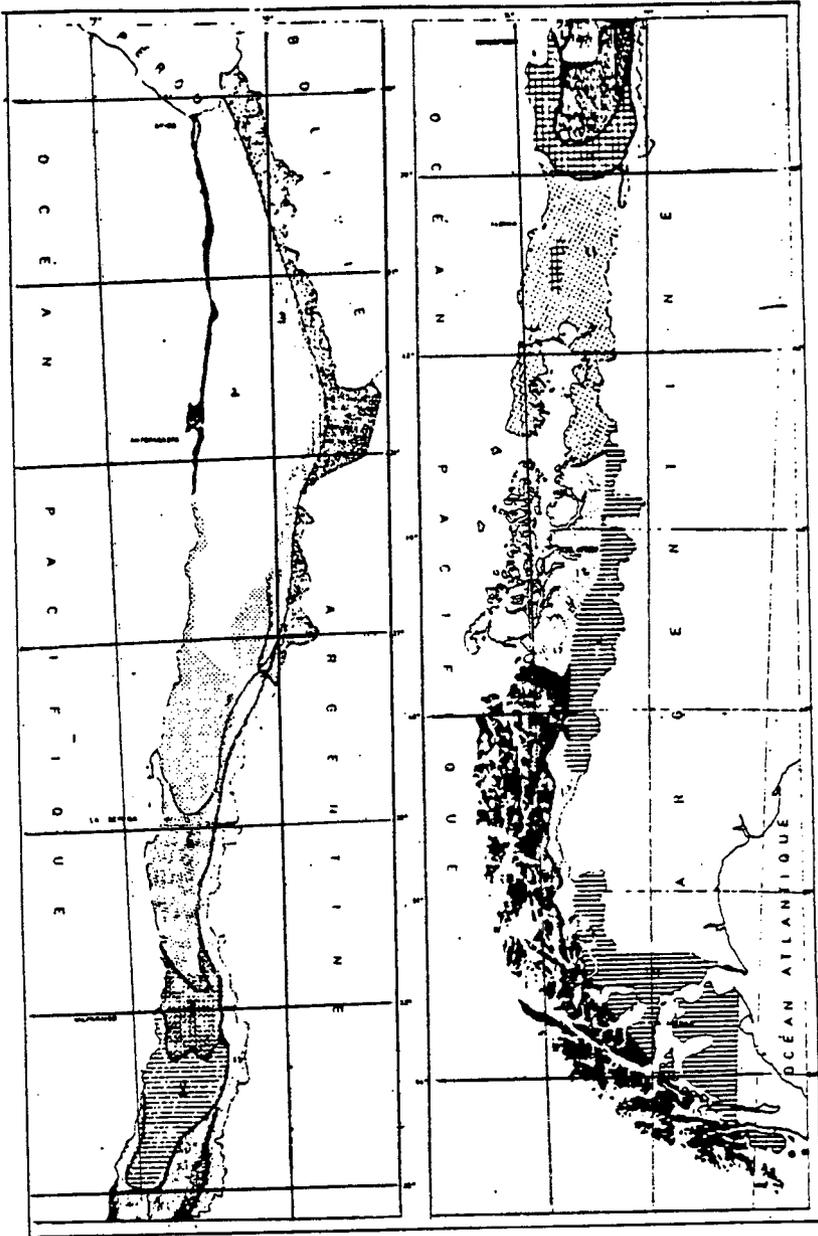


FIGURA II-1: Regiones climáticas de Chile según Di Castri (1975)

A) Zona de Tendencia Desértica

Se encuentra ubicada desde el extremo Norte hasta aproximadamente el paralelo 27°30' S que corresponde al área de Copiapó (Ver Figura II-1).

- Regiones: 1 = Desértica Litoral
2 = Desértica Interior
3 y 4 = Tendencia Tropical
5 = Mediterránea Perárica
6 = Mediterránea Árida
7 = Mediterránea Semiárida
8 = Mediterránea Subhúmeda

Como en todos los casos, los límites entre las zonas y regiones avanzan hacia el Norte por la parte costera, debido a la influencia moderadora del océano, y por la parte de la precordillera andina, por efecto de la mayor humedad allí disponible.

La zona desértica de Chile se caracteriza por la ausencia prácticamente absoluta de lluvias, salvo años regularmente cíclicos, que corresponden al fenómeno conocido como "El Niño", asociado a cambios en la corriente de Humboldt.

Dentro de esta zona se pueden distinguir las siguientes regiones:

Región Desértica Litoral.

Corresponde a una banda estrecha a lo largo de la costa donde la neblina condiciona ambientes ecológicos más favorables que en el interior. Es una región donde la tendencia desértica está atenuada por la influencia marina. Presenta elementos de clima mediterráneo, considerando que las escasas lluvias ocurren preferentemente en invierno.

En esta región el período de aridez es de 12 meses, no hay estación fría, la actividad biológica es más fuerte en invierno. La temperatura media es de 17,5°C; la máxima 21,0°C y la mínima media 13,5°C. La humedad relativa 75%, pluviosidad 0-15 mm, pero con influencia intensa de la neblina. Esto da como resultado una vegetación de caméfitas, cactáceas y plantas anuales (Di Castri, 1975).

Región Desértica Interior.

Se encuentra hacia el oriente de la anterior hasta la Cordillera de Los Andes, donde, a los 2.500-3.000 m de altitud reciben las primeras lluvias regulares de verano (régimen tropical). Corresponde a un verdadero desierto absoluto, con 12 meses áridos y 2-3 meses temperado-fríos en invierno; el período desfavorable alcanza a todo el año. La temperatura media es de 15,5°C; la media máxima 28,0°C; media mínima 5,0°C; humedad relativa 50%; pluviosidad 0-10 mm.

La vegetación está ausente en la mayoría del área, excepto caméfitas en valles y sabanas abiertas de Prosopis spp. en áreas con napas freáticas superficiales (Di Castri, 1975).

B) Zona de Tendencia Tropical

Se encuentra al oriente de la región Desértica Interior y se caracteriza fundamentalmente por las lluvias estivales que varían entre 50 y 400 mm, según la altitud. La temperatura elevada característica de un clima tropical, está anulada por el efecto de la altitud.

La vegetación está compuesta por caméfitas, cactáceas, arbustos y gramíneas perennes.

En esta zona se encuentran la Tercera Región (Tropical Marginal) y la Cuarta Región (Tropical Andina); ésta última a mayor altitud que la anterior (Di Castri, 1975).

C) Zona de Tendencia Mediterránea

Según Di Castri, (1975), es la zona que aporta los rasgos más típicos de la ecología chilena y se extiende desde el paralelo 25° L.S. por la banda costera hasta pasado los 40° de latitud S. Toda esta zona tiene las dos condiciones más características del clima mediterráneo: lluvias regulares en invierno, aunque ellas sean insuficientes y un período variable de sequía en verano.

Esta zona posee todos los grados de aridez, desde 12 meses hasta un solo mes de sequía. La aridez disminuye progresivamente hacia el Sur, hacia el mar y hacia la Cordillera de Los Andes. En el caso de la zonación longitudinal se tienen los bioclimas mediterráneos marítimo, interior o central y de montaña o preandino. El bioclima marítimo, donde la tendencia mediterránea se atenúa por las influencias oceánicas, es más húmedo que el de la banda interior, con mínimas térmicas más elevadas y las máximas más bajas. El bioclima de montaña, que recibe influencias continentales, es más lluvioso, pero con una humedad relativa más baja que la zona interior; la diferencia térmica es más acentuada y las mínimas inferiores (Di Castri, 1975).

Desde el punto de vista de una zonación latitudinal (Di Castri, 1975) reconoce las siguientes regiones mediterráneas: perárida, árida, semiárida, subhúmeda y perhúmeda.

Región Mediterránea Perárida.

Corresponde a la parte septentrional más seca de la zona mediterránea de Chile. Considerando el bioclima interior, esta región se extiende desde el río Copiapó hasta el río Elqui (29°45' S). Presenta 9 a 10 meses absolutamente áridos en la costa, 11 en el interior y 9 en la parte preandina. Ningún mes es suficientemente húmedo; los más favorables son semiáridos. Estación fría sólo se presenta sobre 2.000 m de altitud. El período de mayor actividad biológica es en invierno. En la parte central la temperatura media es de 16°C; la máxima media 24,5°C; la mínima media 8,0°C; la humedad relativa 65% y la pluviosidad 25 mm. Los datos correspondientes en la costa son respectivamente: 16,5°C; 20,0°C; 13,0°C; 75% y 20 a 25 mm. En el área preandina 11,0°C; 16,5°C; 7,0°C; 20 a 30% y 50-75 mm. En esta última área la atmósfera es excepcionalmente seca.

La vegetación dominante está formada por caméfitas, cactáceas y nanofanerófitos y microfanerófitos sólo en las partes de mayor humedad (neblina o agua subterránea) (Di Castri, 1975).

Región Mediterránea Árida.

Se distingue esta región de la anterior por un decrecimiento de la influencia desértica y una acentuación de la mediterraneidad. Tienen en común que la aridez sigue siendo un rasgo dominante.

Por la zona interior los límites son el río Elquí y el río Aconcagua (32°40'S). Al respecto se debe señalar que, si se considera el tipo de vegetación presente en un área como el resultado de la interacción de todos los componentes del ecosistema incluido el clima, se tiene que la vegetación que caracteriza los ambientes áridos cálidos es la arbustiva y la que caracteriza los ambientes mediterráneos semiáridos y subhúmedos, es la correspondiente a bosques y matorrales altos esclerófilos. Entre el valle del río Aconcagua y el valle del río Choapa, ubicado aproximadamente un grado y medio de latitud más al Norte, existen abundantes y a veces densos bosques y matorrales esclerófilos, como ocurre por ejemplo, en la Cuesta El Melón, sector de La Ligua, Cuesta Cavilolén y Cuz-Cuz (sector de Illapel). Como consecuencia de lo anterior - si se toma la vegetación como indicador del clima - el límite entre las regiones mediterráneas áridas y semiáridas, considerando la banda interior, sería el río Choapa y no el Aconcagua. Se debe recordar que precisamente ese es el límite propuesto por Fuenzalida, (1965) para las zonas xeromórfica y mesomórfica, en una clasificación mucho más amplia que la tomada como base para esta publicación.

Si se toma el monto total de precipitaciones, (300 mm anuales), como criterio, en ese caso el río Aconcagua sería el límite adecuado.

El período seco desciende a 8-9 meses áridos, con 3-4 meses subhúmedos en invierno, con ausencia de período frío. La actividad biológica está concentrada principalmente en invierno, excepto en los cerros de la zona costera que mantienen espesas neblinas durante todo el año.

Las diferencias climáticas entre la costa y el interior se presentan en el mismo orden ya explicado anteriormente. No obstante, la influencia marina penetra a menudo profundamente a lo largo de los valles transversales.

En la zona costera, la temperatura media es de 14,7°C; la media máxima 18,3°C y la media mínima 11,5°C; la humedad relativa 82% y la pluviosidad del orden de 115 mm. Los datos correspondientes al interior son 15,5°C; 24,0°C; 8,5°C; 65% y 145,0 mm. Sin embargo, en el extremo Norte de este bioclima interior, las precipitaciones disminuyen a solo 75 mm; en cambio, hacia el Sur, alcanzan a 200-300 mm.

El principal factor climático limitante, además de la aridez, es la extrema variabilidad anual de las lluvias. De acuerdo con Gastó y Contreras, (1970) en la Región Mediterránea Árida sólo el 23,4% de los

años son normales. Dicha variabilidad entre las precipitaciones se acentúa a medida que aumenta la aridez y disminuye hacia las regiones semiárida y subhúmeda.

Caldentey y Pizarro (1980) efectuaron un estudio en la IV Región administrativa de Chile (Región de Coquimbo), la cual, en casi su totalidad corresponde a la región mediterránea árida. Basándose en un total de 23 variables hídricas, térmicas o energéticas, determinaron 27 distritos Agroclimáticos en la IV región.

La vegetación más generalizada de esta región corresponde a un matorral arbustivo, existiendo especies arbóreas siempreverdes en zonas más favorables de la costa, quebradas y precordillera andina y del género Prosopis en sectores interiores planos en suelos con buen drenaje.

Región Mediterránea Semiárida y Mediterránea Subhúmeda.

Ambas regiones se presentan en conjunto ya que los principales factores ecológicos son los mismos. La diferencia está en la progresiva disminución de la aridez hacia el Sur.

Estas regiones son las más típicamente mediterráneas del país y, en el caso de la semiárida, como ya se indicó anteriormente, corresponde a la más mediterránea a nivel mundial.

El rasgo característico de estas dos regiones es la presencia de un llano central limitado por una cordillera costera bien desarrollada que impide la penetración de la influencia marítima. Considerando esta zona interior, los límites de la región mediterránea semiárida serían, según Di Castri, el valle del río Aconcagua y el valle del río Maipo, encontrándose por lo tanto en ella las ciudades de Valparaíso y Santiago. La región mediterránea subhúmeda se ubica entre el río Maipo y un poco más al Sur del río Maule, en la zona de Cauquenes-Linares (36°S).

El promedio de la duración de la aridez es de 7 meses en la región mediterránea semiárida y de 5 a 6 meses en la subhúmeda. En las dos regiones se presentan además 1 a 2 meses semiáridos.

En la zona interior el promedio de la temperatura de los tres meses de invierno está por debajo los 10°C mientras que en la costa no hay período frío. El máximo de actividad biológica se observa a principios de primavera y a fines de otoño con una pequeña disminución en invierno; este período de actividad biológica es más largo en la costa donde el invierno es también una época favorable.

Los datos climáticos de ambas regiones se presentan en el Cuadro II-1.

Cuadro II-1: Antecedentes climáticos generales de las regiones mediterráneas semiáridas y subhúmedas.

| | <u>Región Mediterránea</u> | |
|-------------------------------|----------------------------|------------------|
| | <u>Semiárida</u> | <u>Subhúmeda</u> |
| Temperatura promedio (°C) | 15,0 | 14,5 |
| Temperatura media máxima (°C) | 23,0 | 21,5 |
| Temperatura media mínima (°C) | 7,0 | 7,5 |
| Humedad relativa (%) | 67 | 73 |
| Pluviosidad (mm) | 330 | 700 |

Fuente: (Di Castri, 1975)

En el cuadro se observa que, contrariamente lo que podría suponerse considerando aspectos de latitud, la temperatura media mínima es ligeramente más elevada en la región meridional. Ello se debe a la disminución de las influencias continentales y de la infiltración de tendencias oceánicas debido a la menor altura de la Cordillera de la Costa.

Los bioclimas de la banda costera y de la zona preandina tienen características que los acercan a regiones meridionales más húmedas o más frías: en el caso de la zona costera debido a la captación de neblinas y en la zona preandina, por el aumento de las lluvias.

En el Cuadro II-2 se entregan los datos correspondientes a estas zonas, considerando una misma latitud.

Cuadro II-2: Antecedentes climáticos generales de las zonas marítimas y preandina correspondientes a las regiones mediterráneas semiárida y subhúmeda.

| | <u>Zona marítima</u> | <u>Zona preandina</u> |
|-------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Temperatura promedio (°C) | 14,0 | 13,0 |
| Temperatura media máxima (°C) | 19,0 | 21,5 |
| Temperatura media mínima (°C) | 9,5 | 6,0 |
| Humedad relativa (%) | 80 | 60 |
| Pluviosidad (mm) | 400 | 600-700 |

Fuente: (Di Castri, 1975)

La vegetación más característica de estas regiones corresponden a los bosques y matorrales esclerófilos, existiendo además bosques caducifolios de Nothofagus spp en condiciones de mayor altitud,

formaciones de Jubaea chilensis y formaciones abiertas de Prosopis y Acacia en áreas bajas de buen drenaje.

Las regiones mediterráneas húmedas y perhúmedas, ubicadas hacia el Sur del río Maule no están descritas debido a que su vegetación más característica no corresponde a bosques o matorrales mediterráneos, tema de la presente publicación.

3. Fisiografía y Suelos

Como ya se indicó, en las regiones mediterráneas la fisiografía tiene gran importancia en cuanto al efecto sobre las características generales y locales del clima. A continuación se presentan los aspectos más relevantes a nivel general de la fisiografía y suelos de las diferentes regiones mediterráneas.

3.1 Cuenca del Mediterráneo

Se caracteriza por presentar montañas relativamente altas, que alcanzan hasta 3.000 m de altitud, con angostas planicies costeras y pequeñas y discontinuas tierras bajas (Di Castri and Mooney, 1973).

En las partes bajas un suelo muy característico es el llamado "terra rossa", que es un suelo de origen calizo y de color rojizo, rico en arcilla. También hay suelos podsólicos del mismo color en las partes altas montañosas, cuyo clima no es mediterráneo en sentido estricto y que están cubiertos por coníferas o latifoliadas decíduas, en lugares con alta precipitación.

En las partes más bajas también hay suelos derivados de rocas metamórficas, correspondientes a esquistos.

3.2 Sud-Africa

Fisiográficamente, la zona del cabo mediterráneo consiste en una superficie plana rodeada de montañas que alcanzan altitudes de 2.300 m. Hacia los sectores costeros la topografía es irregular. Existen depósitos arenosos, presentándose también en algunas áreas suelos de origen granítico (Di Castri and Mooney, 1973).

3.3 Australia

La parte con clima mediterráneo de Australia es la que tiene relieve menos accidentado de todas las regiones mediterráneas del mundo. Algunos sectores del S.O. de Australia son parecidos a los de Sud-Africa. Los suelos preferentemente son de origen arenoso y de origen sedimentario (Di Castri and Mooney, 1973).

3.4 California

Los rasgos fisiográficos de California son parecidos a los de Chile. En la costa existe una cordillera con algunos sectores planos y bajos muy adecuados para puertos (Di Castri and Mooney, 1973).

Hacia el interior existe un llano, denominado el Gran Valle Central. Hacia el Este se presenta una cadena montañosa, la Sierra Nevada, que es el equivalente de la Cordillera de Los Andes.

El ancho de cada componente es casi el doble que en el caso de Chile (Di Castri and Mooney, 1973).

La cordillera costera alcanza a 2.000 m de altitud, pero en general, es mucho más baja que el equivalente chileno. En la costa existen grandes zonas de dunas.

El Gran Valle Central de California tiene 600 km de largo y 70 km de ancho.

La Cordillera de Los Andes es más alta, pero más angosta que la Sierra Nevada.

En Chile, a diferencia de lo que ocurre en California, el Llano Central es interrumpido por cerros que se desprenden de la Cordillera de los Andes, conformando una serie de cuencas, en contraste con la morfología más simple del Gran Valle Central de California.

El sistema de drenaje también es diferente. En California existen dos grandes ríos, Sacramento y San Joaquín y sus tributarios, que drenan completamente el Gran Valle Central de Norte a Sur y de Sur a Norte, respectivamente, saliendo al mar por San Francisco. En cambio, en Chile existen una serie de ríos transversales que se abren paso a través de la Cordillera de la Costa y llegan al mar individualmente (Di Castri and Mooney, 1973).

Los suelos de California son muy complejos y varían localmente. Gran parte de la Sierra Nevada y la parte Sur de la cordillera costera tienen suelos delgados, pedregosos, de texturas gruesas. Los suelos son generalmente muy porosos, derivados de la descomposición del granito, normalmente pobres en nitrógeno.

En el Gran Valle Central predominan los suelos aluviales (Di Castri and Mooney, 1973).

Los suelos de las zonas mediterráneas de California, Chile y de las otras regiones con clima y sistemas orogénicos similares tienen algunas características comunes. La zona alta a menudo tienen suelos delgados y están muy relacionados con el material parental del cual se han formado. En las partes bajas se depositan materiales aluviales a gran profundidad.

En general, la zona del Mar Mediterráneo (excepto la parte Sur del Levante), California y Chile, tienen sistemas orogénicos relativamente jóvenes, que se manifiestan por altas y abruptas montañas y colinas cerca del mar (Di Castri and Mooney, 1973).

3.5 Chile

Tal como ya se señaló anteriormente, en Chile el factor geomorfológico tiene gran importancia ecológica y biogeográfica destacando la presencia de la Cordillera de Los Andes y la Cordillera de la Costa y las serranías interiores o llano central, ubicadas entre ambas cadenas montañosas, según la latitud. Esto condiciona grandes unidades ecológicas en que debido a las mutuas interrelaciones, existe una cierta coincidencia entre los factores climáticos, fisiográficos, edáficos y vegetacionales.

En la Zona de Tendencia Desértica descrita por Di Castri (1975) los rasgos fisiográficos más sobresalientes corresponden a una banda costera muy estrecha limitada por un acantilado que alcanza altitudes de hasta 1.500 m, el cual limita la penetración hacia el interior de la influencia marina a través de la neblina ("Camanchaca").

El sustrato geológico está constituido por sedimentos, existiendo también núcleos de diorita andina.

Los suelos son rojos desérticos con pliegues salinos, mucho más desarrollados que en el interior (Roberts y Díaz, 1963). Hacia el interior de la banda costera existe una meseta de unos 1.000 m de altitud que, corresponde a la Región Desértica Interior de Di Castri (1975). Presenta sedimentos fluviales o salinos ("salares") y los suelos son rojos desérticos. Hacia la parte más al Norte de esta región los suelos son de color gris en tanto que hacia el Sur predominan las coloraciones rojizas.

El horizonte A es delgado (5-10 cm de espesor) de texturas gruesas (gravas), extraordinariamente pobre en materia orgánica, generalmente calcáreo. En muchas áreas la superficie es lo suficientemente firme para evitar una erosión significativa por viento. El horizonte B tiene en general de 5 a 40 cm de espesor, más rojo, de textura más fina y con un mayor contenido de materia orgánica que el horizonte A. Este horizonte B es calcáreo. En algunos casos descansa sobre un horizonte C cálcico (Solonchak) con valores de pH 8,2 o más. En el caso de estos suelos Solonchaks generalmente son húmedos a profundidades mayores de 2 m. El horizonte C puede ser cementado con cal o con cal y sílice. En algunos casos, el horizonte C corresponde a una estrata salina (sulfato de calcio y cloruro de sodio) con espesores que alcanzan a 1 m.

Otros suelos (Litosoles) son muy delgados, menos de 10 cm de espesor y descansan o pasan gradualmente a un material generador de nitrato de sodio.

En la zona de tendencia desértica existen algunos valles regados en el extremo Norte y en la latitud 22°S (Peralta, 1971).

Hacia el interior de la zona de tendencia desértica se encuentra la Cordillera de Los Andes que recibe influencia tropical y que corresponde al Altiplano. Los suelos son muy delgados, no alcanzan a 20 cm, pedregosos, de texturas sueltas y corresponden a Suelos Grises de Desierto (Peralta, 1971).

En la Región Mediterránea Perárida se producen algunos cambios en los rasgos fisiográficos generales con respecto a la zona de tendencia desértica. La banda costera no está limitada por un acantilado tan pronunciado; la zona interior ubicada entre ambas cordilleras, disminuye en altitud, presenta algunas serranías, dejando zonas planas entre ellas y es atravesada por valles transversales, siendo los más importantes los correspondientes a los ríos Copiapó y Huasco.

Según la clasificación de los Grandes Grupos de Suelos de Chile, de Roberts y Díaz (1963), los suelos corresponden a los rojos de desierto ya descritos. Los de la costa son mucho más evolucionados que aquellos del interior. En esta región, al igual que la ubicada más al Sur, se encuentran algunos llanos que presentan horizontes cementados de cal, conocidos como "terteles" (Peralta, 1971).

En las laderas de los cerros que limitan el valle del Copiapó, en zonas planas hacia el Norte de este valle, hacia la zona costera y el sur del valle, en el llano interior correspondiente al área de Boquerón-Chañar, en general, en la mitad septentrional del llano interior ubicado entre los ríos Copiapó y Huasco, existen grandes extensiones de suelo con acumulaciones de arena, constituyendo probablemente las únicas áreas con dunas interiores de la parte del país comprendida dentro del tema de esta publicación.

En la zona andina de esta región, como asimismo en la mediterránea árida, se encuentra la zona conocida como la de "veranadas" (Figura II-2), que corresponden a zonas de pastoreo de verano, principalmente de caprinos y ovinos, con suelos altamente variables, pero en la mayoría de las veces constituidos por coluvios de cantos angulosos y aluvios de materiales groseros (Peralta, 1971).

En la Región Mediterránea Árida los rasgos fisiográficos característicos son la presencia de terrazas marinas en la banda costera, las cuales se encuentran interrumpidas por quebradas. La base geológica de estas áreas corresponden en algunos casos a sedimentos metamórficos. El otro elemento de la banda costera lo constituyen las laderas occidentales de la Cordillera de la Costa.

En este sector se efectuó un reconocimiento de suelos de tipo integrado, según la metodología australiana, desde los 29°54'S hasta los 31°53'S, en un ancho aproximado de 12 km desde la línea de costa y un largo de 240 km (Peralta, J., 1986). El estudio comprendió una zonificación de elementos naturales tales como: geología,

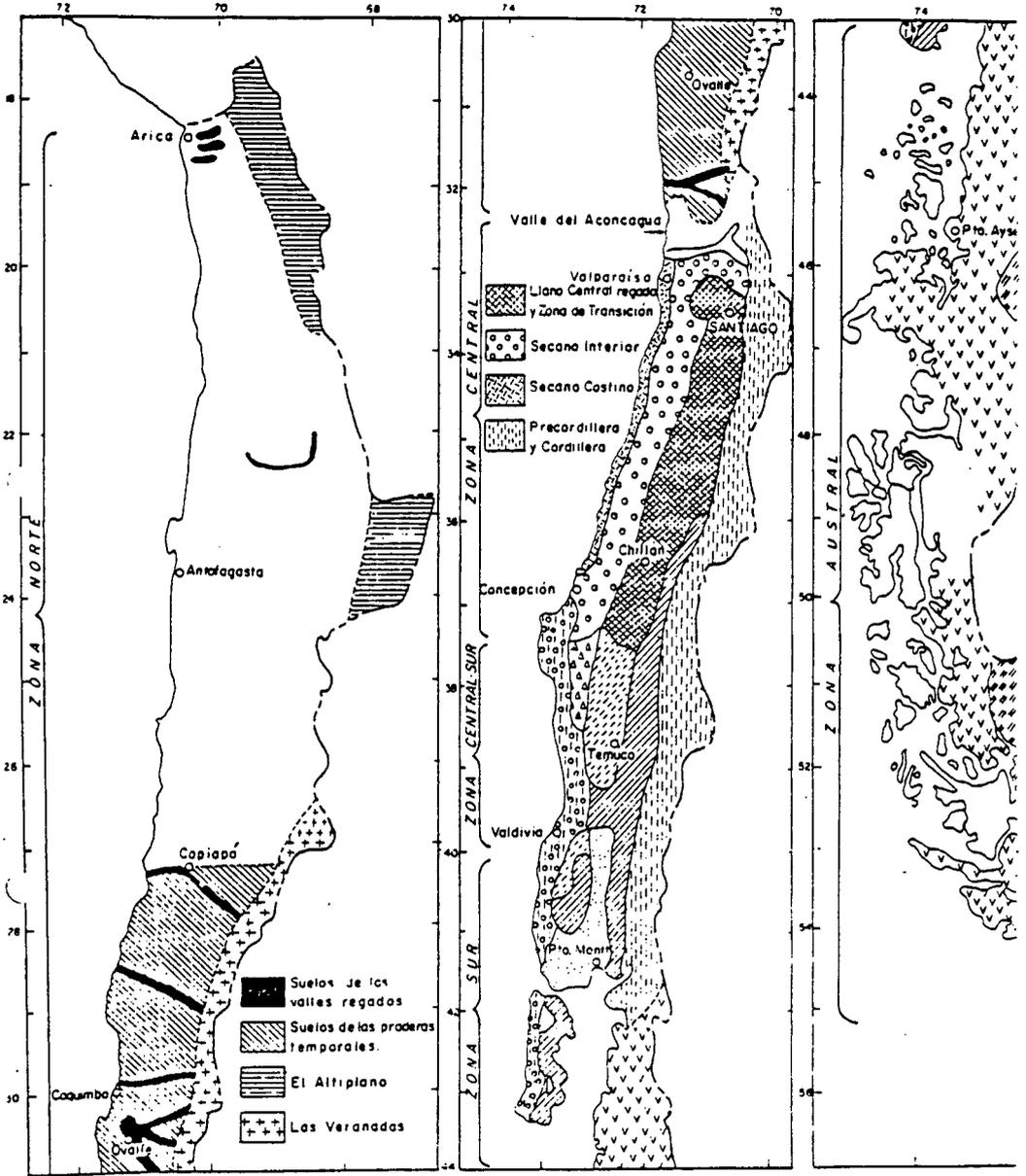


Figura II-2: Suelos de regiones naturales de conservación, según Peralta (1971).

geomorfología, clima y suelos, en unidades y subunidades de paisaje ("land systems" y "lands units") relativamente homogéneas. Se determinaron 19 unidades de paisaje y 72 series de suelos, en una superficie estudiada de 263.793 ha. El 83% de la banda costera estudiada tiene capacidades de uso de los suelos VI y VII (Peralta, J., 1986).

Hacia el poniente la zona interior está separada de la anterior por la Cordillera de la Costa y presenta valles transversales, cuyos principales ríos corresponden a Elqui, Limarí y Choapa. Entre ellos se presentan una serie de serranías interiores con algunos llanos.

Más hacia el interior está la zona preandina y andina con las veranadas ya descritas.

En general, los suelos corresponden a los pardos cálcicos (Roberts y Díaz, 1963) cuya principal característica son sus horizontes calizos, con un horizonte A de 15 cm de espesor, neutro o ligeramente alcalino, con muy bajo contenido de materia orgánica, de color pardo claro, el cual se hace más intenso en el horizonte B. Este horizonte B en general es de texturas finas.

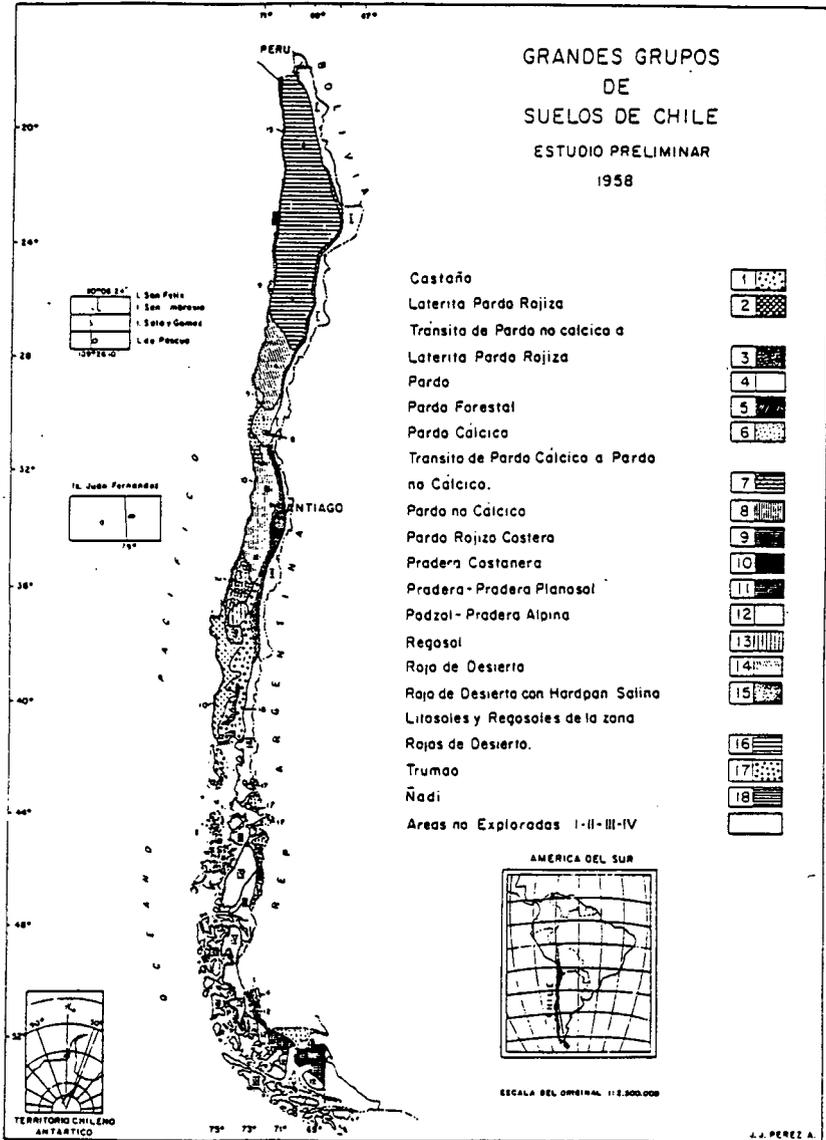


Figura II-3: Grandes grupos de suelos de Chile, según Roberts y Díaz (1963).

En las Regiones Mediterránea Semiárida y Subhúmeda los rasgos fisiográficos típicos son la presencia de una Cordillera de la Costa que, especialmente en la primera de estas regiones alcanzan su máximo desarrollo y que, por lo tanto, genera una gran diferenciación climática hacia ambos lados.

Hacia el poniente de la Cordillera de la Costa está la banda de influencia oceánica denominado "secano costero" o "costino", formado por terrazas marinas con suelos derivados de materiales sedimentarios (Peralta, 1971).

Los faldeos orientales de la Cordillera de la Costa constituyen el sector denominado "secano interior", cuyos suelos están formados de materiales variables, pero existe una clara predominancia de los materiales de tipo granitoídeo. Este secano interior está formado por extensos piedmontes, valles aluviales y valles intermontanos (Peralta, 1971).

En general, los suelos derivados de materiales granitoídeos presentan texturas livianas a medias en los horizontes superficiales, con abundante grava de cuarzo. A continuación presentan horizontes arcillosos, más densos y compactos, también con abundante grava de cuarzo y descansan en materiales granitoídeos altamente intemperizados, con abundante grava de cuarzo. A veces, presentan un hardpan ("tosca") silíceo (Peralta, 1971). En su mayoría están afectados por una muy fuerte erosión de manto y de zanja (Peralta, 1971).

A continuación hacia el interior se encuentra el Llano Central que va desde Santiago a Talca, siendo la característica principal de los suelos su origen aluvial (Peralta, 1971). Estos suelos corresponden al grupo de los pardos no cálcicos de Roberts y Díaz (1963). (Figura II-3).

En la parte oriental de ambas regiones se encuentran la precordillera y cordillera andina cuyos suelos corresponden a la clasificación de pardo forestal de Roberts y Díaz (1963).

Peralta (1984), presentó parte de un trabajo inédito correspondiente a un nuevo mapa de los suelos de Chile, según clasificación UNESCO-FAO, en que señala que los Luvisoles crómicos son los grandes grupos de suelos predominantes en el sector costero de estas regiones. También señala que en estas regiones mediterráneas semiárida y subhúmeda existen Luvisoles orthicos, Luvisoles férricos, Luvisoles gléyicos, Cambisoles dísticos, Vertisoles, Nitosoles éutricos, Ferralsoles sódicos y Fluvisoles.

4. Vegetación

4.1 Generalidades

Las asociaciones vegetales de las regiones mediterráneas son extremadamente similares tanto en fisionomía como en morfología y fisiología de las especies. Los ejemplares arbóreos son de baja altura, en comparación con los de zonas templadas más húmedas, son siempreverdes, esclerófilos, con troncos cortos y gruesos y copas amplias.

En términos generales, se pueden distinguir los siguientes tipos vegetacionales, ordenados en forma descendente según su desarrollo:

4.1.1 Bosque mediterráneo

Corresponde a una formación dominada por árboles que generalmente son especies latifoliadas esclerófilas, aunque también pueden haber coníferas.

El bosque mediterráneo se puede clasificar, de acuerdo al grado de cobertura de copas, de la siguiente manera:

- a) Bosque denso o cerrado: Es la formación más desarrollada de los ambientes mediterráneos y su cobertura de copas es superior a 60% (Hunter y Paysen, 1986), o a 75% (Quezel et al, 1982).

En el Mediterráneo y California este tipo de bosques está representado principalmente por Quercus spp; en Chile, por Cryptocarya, Beilschmiedia y Peumus.

El bosque cerrado es poco frecuente y se le encuentra en los lugares más favorables (fondos de quebrada, exposiciones favorables, sectores que reciben neblina, etc.).

- b) Bosque abierto: Corresponde a una formación arbórea abierta con ejemplares de copas amplias que en la mayoría de los casos no se tocan, con desarrollados sistemas radiculares, tronco único típicamente corto en relación a la altura de la copa, con los claros ocupados por vegetación más baja, generalmente herbácea. Las coberturas varían entre 25 y 60-75%.

En el Mediterráneo este tipo de bosque abierto está representado por Quercus spp, Ceratonia, Pistacia, Pinus; en Australia por Eucalyptus spp; en California, por Quercus y Pinus (Woodland); en Chile, por Cryptocarya, Beilschmiedia, Peumus, Quillaja, Lithraea y Jubaea.

Este tipo es más frecuente que el anterior y se puede decir que es el más característico, a nivel de bosque, de los ecosistemas mediterráneos.

- c) Bosque estepario: Corresponde al anterior, cuando tiene una cobertura de copas inferior a 25-30%.

En California está representado por la Asociación Pinyon-juniper (Schmida and Barbour, 1982); en Chile, por Quillaja, Lithraea, Prosopis.

4.1.2 Matorral

Se define matorral como "una comunidad de plantas leñosas en la que la parte aérea no se diferencia en tronco y follaje, ya que este último se extiende por lo común hasta la base, y que puede adoptar la forma de un monte bajo o incluso presentar un aspecto achaparrado". Esta definición fue propuesta por Ruiz de la Torre (1971) (citado en Quezel et al, 1982) y es exclusivamente fisionómica incluyendo especies que no son ni esclerófilas ni perennifolias. Por tal razón, Quezel et al (1982) propuso la siguiente definición para matorral: "comunidad de plantas leñosas perennifolias xerófilas cuya parte aérea no se puede diferenciar claramente en tronco y follaje, pues éste se prolonga por lo general hasta la base". Este autor enfatiza el carácter de perennifolio de la vegetación propio de los ecosistemas más típicamente mediterráneos (semiárido y subhúmedo). No obstante, la definición de Ruiz de la Torre permite incluir los matorrales espinosos propios de ambientes mediterráneos más áridos.

En las dos definiciones anteriores se advierte que el matorral corresponde a una comunidad arbustiva, pero en él también se incluyen a las especies del bosque mediterráneo en forma de tallar.

Ionesco y Sauvage (1962) (citado por Quezel, Tomaselli y Morandini, 1982) clasifican el matorral de la siguiente manera:

- a) Según la altura (H) : - Matorral alto ($H > 2$ m)
- Matorral medio ($0,60 \text{ m} < H < 2$ m)
- Matorral bajo ($H < 0,60$ m)
- b) Según la cobertura : - Matorral denso ($C > 75\%$)
- Matorral con claros ($50\% < C < 75\%$)
- Matorral abierto ($25\% < C < 50\%$)
- c) Según estructura : - Matorral arborescente (con árboles sociológicamente independiente y sistemas radiculares no competidores)
- Matorral arbustivo (bajo y denso)
- Matorral xerófito espinoso

El matorral corresponde a una fase inferior al climax mediterráneo, el cual está formado por el bosque esclerófilo perennifolio. Su existencia, en general, se puede atribuir a la intervención humana. No obstante, en los ambientes más xéricos de las regiones mediterráneas semiárida y subhúmeda y en las regiones mediterráneas perárida y árida, puede constituir estados climácicos.

En el caso de los ambientes más típicamente mediterráneos-semiáridos y subhúmedos- en todos los casos, en mayor o menor grado, ha existido una presión humana sobre la vegetación allí existente. Por tal motivo, en la actualidad el matorral perennifolio constituye el tipo vegetacional más frecuente y característico de dichos ambientes.

En la Cuenca del Mediterráneo el matorral alto y denso se denomina maquia (maquis), mientras que el matorral medio y abierto se denomina garriga (garrigue) en Francia y países vecinos. El matorral bajo se denomina phrygana, en Grecia; batha, en el Este.

En Sud-Africa, el matorral alto se denomina fynbos, en tanto que el equivalente australiano es el mallée.

En California el tipo correspondiente a los anteriores es el chaparral, mientras que el matorral medio con claros o abierto, es el "coastal sage scrub" de Baja California.

En Chile, el matorral alto está formado por las especies del bosque esclerófilo ya nombradas, en forma de tallar y por arbustos tales como Colliguaya odorifera, Baccharis spp y otros. El matorral medio o bajo abierto se presenta en la región mediterránea árida, en tanto que el matorral bajo abierto está representado mejor en la región mediterránea perárida.

La vegetación mediterránea se encuentra distribuída preferentemente en forma de mosaicos de comunidades, siendo muy sensible a las variaciones topográficas, edáficas, de exposición y posición. Los aspectos fisiográficos tienen gran influencia sobre el clima local y por lo tanto, su influencia es decisiva sobre las variaciones en la vegetación. A lo anterior debe agregarse los diferentes tipos de intervención antrópica lo que contribuye a acentuar la heterogeneidad de la disposición de la vegetación en el terreno.

4.2 Adaptaciones de la vegetación al medio

La vegetación de los ecosistemas mediterráneos presenta una serie de particularidades que les permite adaptarse a las condiciones climáticas imperantes y al fuego, elemento que está muy relacionado con dichos ecosistemas y constituye un componente importante de ellos.

En los ecosistemas mediterráneos el follaje de la estrata superior permanece siempreverde. Solamente si el período de sequía excede en cien días, el follaje puede llegar a ser semidecídúos, al agotarse la cantidad de agua almacenada en el suelo (Specht, 1982).

El seco verano mediterráneo impone un considerable stress hídrico a la vegetación siempreverde. Un pequeño, pero constante suministro de agua es necesario para mantener la cubierta siempreverde durante el período seco. En el clima mediterráneo el agua debe ser conservada en el suelo durante el período húmedo del año, para ser usada a un bajo nivel, a través del período seco (Specht, 1982).

Para asegurar un balance entre la conservación del agua y la utilización de ella, la capacidad evaporativa de la comunidad vegetal siempreverde debe estar cuidadosamente balanceada con la secuencia climática anual (Specht, 1982). Para ello existen varios atributos esclerófilos, en particular hojas duras y coriáceas, gran desarrollo que en ellas alcanza el esclerénquima y estomas hundidos. Las hojas son altamente reflectivas, capaces de disipar un porcentaje razonable de la radiación incidente. Las células de las hojas deben ser capaces de resistir un considerable stress hídrico en la época seca. Si ésta se prolonga demasiado las células mueren y se produce la defoliación (Specht, 1982).

Durante el último gran período de sequía que afectó a la zona mediterránea en Chile, entre los años 1967 y 1970, se podía observar los bosques densos situados en las quebradas, en la parte Norte de la V Región, incluso en áreas cercanas al mar, con el follaje seco. En el referido período, las precipitaciones llegaron a disminuir hasta en un 85% con respecto a la media. En la actualidad dichos bosques se encuentran completamente recuperados.

La mayoría de las especies esclerófilas tienen estomas solamente en la parte inferior de las hojas (Di Castri and Mooney, 1973). Esta misma característica fue determinada por Hurtado (1969) en Cryptocarya alba.

Otra característica de las especies de ambientes mediterráneos es el gran desarrollo del sistema radicular, en profundidad y en forma lateral. Montoya (1980) señala que en Quercus suber el sistema radicular llega a sobrepasar hasta en 2,5 veces la proyección vertical de las copas. Las especies de Prosopis son reconocidas por sus profundos sistemas radiculares. Sudzuki (1969) determinó que Prosopis tamarugo tiene dos tipos de sistemas radiculares, uno superficial y amplio y otro que penetra en profundidad para alcanzar la napa freática.

En su etapa inicial de desarrollo, las especies de estas zonas producen un rápido alargamiento de la raíz primaria como medio para sobrevivir el primer período seco. En Quillaja saponaria, Vita (1966) determinó que plántulas provenientes de siembra directa con un desarrollo aéreo de 1 a 2 cm, tenían un sistema radicular de 10-15 cm de profundidad. En Cryptocarya alba la relación era aún más acentuada, ejemplares de 2 cm de parte aérea tenían raíz primaria de 15-20 cm. Algo similar ocurre en Acacia caven (Stoehr, 1969).

En el caso de las especies arbustivas de las regiones mediterráneas perárida y árida y de los ambientes más xéricos de las regiones mediterráneas semiáridas y subhúmedas, se presentan varias posibilidades de adaptación a las condiciones del medio.

Una de ellas es la espinescencia, la cual puede ser una adaptación a la sequía o al pastoreo. En las especies de hoja perenne, las espinas están en las hojas, situación reportada por Schmidá and Barbour (1982) en especies de chaparral (Quercus, Rhamnus y Ceanothus). En cambio, en las especies decíduas, las espinas están en los troncos o ramas (Acacia, Prosopis).

Otro caso de adaptación lo constituyen los arbustos decíduos a la sequía. En Chile, este mecanismo lo presentan Trevoa trinervis y Talguenea quinquenervis (Montenegro et al, 1982), especies características de las regiones mediterráneas semiárida y subhúmeda; además, Acacia caven (Schlegel, 1963) y muchas especies de la región árida, como Bahia ambrosioides, Adesmia spp. y Bridgesia incisaefolia. (Foto 1 apéndice).

El dimorfismo estacional es otra adaptación de los arbustos muy común al stress hídrico estival. Se producen dos tipos de hojas. En las axilas de hojas grandes se producen brotes laterales donde se desarrollan hojas pequeñas. En verano caen las grandes y permanecen las pequeñas. Las hojas chicas caen en el siguiente invierno (Westman, 1982).

La marchitez periódica es otro mecanismo que consiste en la habilidad de las hojas para marchitarse por largos períodos y rehidratarse luego de algunas horas de lluvia. En Chile, esta estrategia la presentan Satureja gilliessii, Flourensia thurifera y Gochnatia fascicularis (Montenegro et al, 1982).

Las adaptaciones indicadas más atrás se refieren a estrategias de la vegetación para sobrevivir bajo condiciones de stress hídrico. En forma adicional, las especies de ambientes mediterráneos han desarrollado adaptaciones para sobrevivir al fuego, elemento que forma parte de dichos medios.

Entre las adaptaciones al fuego se puede señalar:

- a) Organos subterráneos (bulbos, rizomas) en geófitas y pastos.
- b) Organos leñosos subterráneos. Por ejemplo, los lignotubérculos - verdaderos tallos subterráneos - que presentan los Eucalyptus del Mallée.
- c) Vigorosa retoñación de tocón, característica común a la vegetación esclerófila.
- d) Cortezas gruesas, como en Quercus suber.
- e) Conos serotinos, estrategia que presentan especies que no retoñan (Pinus radiata, Pinus halepensis, Pinus pinaster).
- f) Capacidad para dispersar grandes cantidades de semillas (los pinos ya nombrados).
- g) Sobrevivencia de las semillas durante largo tiempo en el suelo (chaparral).

4.3 Composición florística y caracterización estructural

La vegetación mediterránea, en su gran variedad de condiciones ecológicas y de intervención antrópica, se caracteriza por la presencia de una gran cantidad de especies, principalmente latifoliadas.

En los puntos que siguen se hará una descripción general de la composición florística y estructural de la vegetación en diferentes regiones mediterráneas.

4.3.1 En el exterior

4.3.1.1 Cuenca del Mediterráneo

La cantidad de especies de las zonas mediterráneas es muy superior a la de las zonas templadas adyacentes. Una característica constante es la presencia de una o de varias especies del género Quercus, que constituyen a menudo el elemento principal de la formación.

Según Morandini (1981), la lista de solamente las especies mediterráneas de Quercus "ocuparía más de una página".

La especie más característica del bosque mediterráneo de estas zonas es la encina verde (Quercus ilex). Hasta el fin del siglo pasado existían bosques densos o abiertos de esta especie en diversos países de la Cuenca. En la actualidad, solamente quedan algunos restos en algunos países del Mediterráneo oriental, como Grecia o Turquía, como asimismo en algunas localidades del Norte de Africa (Morandini, 1981). Conocidos son los bosques abiertos o esteparios de encina verde de España y Portugal, denominados Dehesa y Montado, respectivamente.

Otras especies que forman bosques en el Mediterráneo son Quercus suber, Ceratonia siliqua, Olea europaea, Pistacia spp., Pinus pinea, Pinus halepensis.

En la actualidad, la vegetación más característica del Mediterráneo la constituye la maquia (maquis), matorral alto y denso, con claros o abierto, ubicada en suelos silíceos. Entre las especies que lo componen se puede mencionar las latifoliadas del bosque mediterráneo con forma de masa de monte bajo, comunidades altas de Quercus coccifera, Q. calliprinos, Q. rotundifolia, Q. aucheri, Erica spp., Arbutus unedo, Pistacia lentiscus, Cistus sp., entre otras. Además, se pueden mencionar Juniperus oxycedrus y Tetraclinis articulata, pequeñas coníferas que también tienen capacidad de retoñación (Le Houerou, 1980 a).

La cubierta de maquis generalmente es de 4-5 m de altura y, debido a la acción humana, habitualmente se presenta como matorral abierto, con menos de 40% de cobertura, según antecedentes proporcionados por Schmida and Barbour (1982) para Israel. En España, en cambio, el maquis es cerrado.

Según Schmida and Barbour (1982) en Israel existen 40 especies arbóreas diferentes en el matorral. Estos autores indican que el 65% de las especies son siempreverdes, en tanto que el resto son decíduas en invierno, siendo muy raras las decíduas a la sequía.

En los claros y bajo el matorral se presenta una estrata herbácea anual cuya mayor riqueza y condición de anuales y geófitas se encuentra al borde de la cubierta de los arbustos. No existen evidencias de alelopatía (Schmida and Barbour, 1982).

La maquia tiene gran capacidad de respuesta al fuego, cortas y pastoreo y gracias a ello son ecosistemas relativamente estables, a pesar de la larga historia de degradación.

Otra formación de matorral, de menor desarrollo que la maquia, la constituye la garriga, la cual se ubica preferentemente en suelos de origen calcáreo. Corresponde a un matorral medio o bajo.

La especie más característica de la garriga es Quercus coccifera, pequeño árbol esclerófilo de 3-5 m de altura en condiciones protegidas, pero que rara vez se encuentra con esa dimensión debido a los incendios y al ramoneo. Habitualmente es un arbolillo de 0,5-1,5 m de alto, dispuesto en manchas de 1-10 m de diámetro (Le Houerou, 1980 a).

Las garrigas cubren grandes extensiones en España, Francia, Italia, Grecia y Africa del Norte. La especie equivalente en la parte oriental del Mediterráneo es Quercus calliprinos, la cual se encuentra en Libia, Grecia, Creta, Chipre, Israel, Siria, Jordania y Turquía.

En ambientes más secos de la parte oriental del Mediterráneo se encuentra la Phrygana, formación dominada por arbustos bajos de 0,20-0,70 m de alto. La cobertura puede ser similar a los otros tipos de matorral ya descritos, pero la biomasa total es mucho más baja. Las hojas tienden a ser suaves y emiten terpenos volátiles. El follaje de invierno es regularmente reemplazado en verano por un follaje más pequeño y más esclerófilo. Algunas especies son facultativamente decíduas a la sequía (Schmida and Barbour, 1982).

A diferencia de la maquia y de la garriga, las especies que forman la Phrygana no son esclerófilas. Si se compara con los equivalentes de California y Chile, no presenta cactáceas ni suculentas (Schmida and Barbour, 1982). Entre los géneros más frecuentes de la Phrygana están Cistus, Satureja, Salvia y Ononis.

En la parte oriental del Mediterráneo existe una formación más degradada denominada Batha representada por la especie Poterium spinosum.

4.3.1.2 Australia

Los bosques y matorrales australianos relacionado con los climas mediterráneos corresponden fundamentalmente a especies de los géneros Eucalyptus y Acacia.

La formación más desarrollada corresponde al bosque esclerófilo húmedo, el cual se ubica en áreas con pluviosidad abundante y con una estación seca corta. En lugares donde el suelo es muy profundo - a veces más de 3 m - se encuentran los árboles más altos del mundo: E. regnans, E. delegatensis, E. diversicolor. Una situación equivalente a ésta, en climas similares, ocurre al Norte de California, con Sequoia sempervirens, S. gigantea y Pseudotsuga menziesii. Según Specht (1982) la alta biomasa de dichas comunidades puede ser el resultado de una reducción de las pérdidas por respiración de troncos y raíces.

Como sotobosque de este bosque esclerófilo húmedo existen varias especies de Acacia: A. melanoxylon, A. mollissima y A. dealbata. (FAO, 1956).

En lugares más secos se presenta un bosque parque, con árboles más bajos - 20 a 40 m de altura - entre cuyas especies se pueden nombrar E. largiflorens y E. marginata ("jarrah"). En el sotobosque se encuentran Acacia mollissima, A. saligna (A. cyanophylla) y A. cyclops.

Los eucaliptos tipo monte bajo o mallée es la forma vegetacional más estrechamente asociada con la región mediterránea. Corresponde a eucaliptos multitruncos, de alturas inferiores a 12 m, que crecen en suelos arenosos o sobre arcillas alcalinas. El sotobosque puede variar desde Chenopodiáceas a pastos (Fox, 1982).

El mallée tiene la fisonomía de un matorral alto de 6 a 8 m, más o menos denso, constituido por eucalyptus que naturalmente tienen aspecto de tallar. Las especies que conforman el mallée poseen lignotubérculos, estructuras subterráneas que acumulan reservas y permiten la regeneración por tocón. La especie más característica del mallée es el Eucalyptus oleosa. Además, se puede mencionar E. viridis.

En sectores más áridos que el mallée se encuentra la mulga, otra formación de matorral alto, constituido por Acacia aneura. A medida que se acentúa la aridez, en el borde del desierto, se presenta un matorral bajo de Chenopodiáceas (Atriplex spp. y Maireana spp.).

En el desierto, crecen gramíneas perennes debido a la ocurrencia de precipitaciones en verano, con lo cual se pierde el rasgo más característico del clima mediterráneo.

4.3.1.3 California

En la parte Norte de California existen bosques parque de encinas caducifolias (Quercus kelloggii, Q. douglasii) de fisionomía similar a la dehesa del Oeste de España y al montado en Portugal. Según Le Houérou (1980) dicha estructura puede ser el resultado de la gestión de los primeros colonizadores españoles que procedían precisamente de Extremadura.

Al igual que en la Cuenca del Mediterráneo, las especies que conforman el bosque, bajo cualquiera de sus formas, pertenecen mayoritariamente al género Quercus, presentándose también algunas coníferas, como Pinus radiata y Cupressus macrocarpa, entre otras.

No obstante, el tipo vegetacional más extenso de California y el que mejor caracteriza la vegetación mediterránea de dicha región, es el chaparral. Según Tyrrel (1982), el chaparral cubre sobre 1/20 del Estado, lo que significa una superficie de 5,34 millones de ha. De acuerdo a este autor el término chaparral proviene de la palabra española "chaparro", nombre vernáculo de una especie de Quercus de baja altura que crece en España. Los primeros exploradores españoles que llegaron a California encontraron una formación vegetal muy similar a la de su país de origen, llamándola chaparral en recuerdo del "chaparro".

El chaparral se encuentra a altitudes que varían entre 150 y 900 m en el Norte y 300 a 1.500 m en el Sur (Conrad, Roby and Hunter, 1986).

Las especies típicas del chaparral son chamiza (Adenostoma fasciculatum), encina arbustiva (Quercus dumosa), varias especies de manzanita (Arctostaphylos spp.) y de los géneros Heteromeles y Rhus.

Fisionómicamente, el chaparral es muy similar a la maquia. Sin embargo, existen algunas diferencias estructurales. El chaparral es un poco más bajo que la maquia, pero es comparativamente más cerrado. La altura del chaparral fluctúa entre 1,5 y 4 m, pero generalmente es de 1,5-2 m. En cuanto a la cobertura, ésta es superior a 80% (Schmida and Barbour, 1982).

Otra diferencia es la ausencia de vegetación herbácea bajo la cubierta leñosa, probablemente debido a alelopatía. Esta situación es más evidente respecto a Adenostoma. Además, la vegetación herbácea es comparativamente pobre en cantidad de especies (Schmida and Barbour, 1982). Según estos autores, la riqueza florística es mayor en el chaparral a nivel de especies leñosas, ya que existen 143 especies diferentes, en tanto que en Israel son 40.

En el chaparral es mayor la proporción de especies siempreverdes, sobrepasando el 95% de la flora leñosa. El resto de las especies son decíduas en invierno, no existiendo decíduos obligados de verano (Schmida and Barbour, 1982).

Siendo más frecuentes las tormentas eléctricas en California, el chaparral presenta mayores adaptaciones al fuego. Las coníferas de California tienen mayor serotinidad que sus equivalentes del Mediterráneo. En este último caso, si bien los conos permanecen atados al árbol por mucho tiempo, abren completamente en tiempo caluroso. (Schmida and Barbour, 1982).

El fuego es un elemento clave en el ciclo de vida del chaparral. Por sus características de continuidad, bajo contenido de humedad en verano (8-13%) y la gran cantidad de material muerto (50% de la biomasa aérea a los 30 años) el chaparral es fácilmente inflamable. (Tyrrel, 1982).

En las partes más áridas de la región mediterránea de California existe otra formación denominada arbustiva costera de salvia (coastal sage scrub), la cual se puede considerar como el equivalente de la phrygana del Mediterráneo y de las formaciones arbustivas de la región mediterránea árida de Chile. Sin embargo, en la phrygana están ausentes las cactáceas y las suculentas, muy abundantes en las otras dos formaciones. Se encuentra en forma discontinua desde San Francisco hasta El Rosario (30° L.S.), Baja California. Generalmente es más frecuente en la zona costera, a baja altitud, pero puede alcanzar 1.300 m.s.n.m. (Westman, 1982). Corresponde a un matorral medio, de alturas entre 0,5 y 1,8 m, con cobertura que varía entre 15 y 65% (Westman, 1982). Los arbustos que dominan esta formación son de hojas suaves (mesófilas), decíduas a la sequía o bien presentan dimorfismo estacional o marchitez temporal, como estrategias para soportar la sequía (Westman, 1982).

Entre las especies más características se pueden mencionar Salvia mellifera, Salvia leucophylla, Artemisia californicum, Eriogonum fasciculatum, Encelia spp. y Baccharis pilularis. En la parte más árida del S.E. aparece Simmondsia chinensis (jjoba) y Franseria dumosa.

A diferencia del chaparral, las hojas no son coriáceas y por lo tanto son más sensibles a la sequía y a la polución atmosférica (SO₂). Sin embargo, como formación, es más tolerante a la sequía que el chaparral (Westman, 1982).

Los arbustos producen aceites volátiles altamente inflamables, pero como se trata de una formación más abierta que la del chaparral, existe menor continuidad de combustible. Además, la madera es menos densa y más quebradiza, por lo que existe mayor descomposición (Westman, 1982). Los troncos muertos no permanecen secos en pie tanto tiempo como en el chaparral.

Debido a la menor cobertura del matorral, la estrata herbácea es más importante que en el chaparral (Westman, 1982).

A diferencia del chaparral, la totalidad de las 25 especies principales de la formación arbustiva costera de salvia son capaces de retoñar. Además, la regeneración natural por semillas después de un incendio es continua, lo que produce estructuras de edades irregulares, a diferencia del chaparral, en que sólo existe un período de regeneración de máximo 10 años (Westman, 1982). Las raíces de la formación arbustiva costera de salvia son menos desarrolladas, - lateral y verticalmente - que las del chaparral y son más fibrosas. Esta última característica las hace más eficientes para captar las lluvias tempranas y ligeras (Westman, 1982).

4.3.2 Chile

Para efectos del análisis general de la composición florística y estructura de la vegetación en las regiones desérticas y mediterráneas de Chile, se considera el estudio realizado por Gajardo (1983), el más reciente de este tipo efectuado a nivel nacional. En los casos que corresponda, se incluyen estudios locales más detallados.

De acuerdo con el referido estudio la parte del país incluida en el presente manual se puede dividir en tres grandes regiones: la región del desierto, la región de las estepas alto-andinas y la región de los matorrales y bosques esclerófilos.

4.3.2.1 Región del Desierto

Se extiende desde el extremo Norte del país hasta el río Elqui, IV Región. En relación a la clasificación bioclimática de Di Castri (1975) incluye toda la zona de tendencia desértica y la región mediterránea perárida. Según Gajardo (1987) esta Región ocupa una superficie de 17.100.000 ha, lo que representa el 22,6% del total nacional y distingue cuatro sub-regiones:

A) Sub-Región del Desierto Absoluto

Por la parte interior llega hasta las cercanías del río Copiapó. Corresponde al desierto más seco, en que las precipitaciones son insignificantes. La vegetación existente obtiene agua en forma local, a través de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la Cordillera de Los Andes. El desierto absoluto cubre una superficie de 9.319.375 ha (Gajardo, 1987).

La calificación de desierto absoluto proviene de la ausencia prácticamente total de vida vegetal, salvo en condiciones muy particulares (Gajardo, 1987).

Entre las formaciones y comunidades que conforman esta sub-región, se pueden mencionar las siguientes:

A1) Tessaria absinthioides - Distichlis spicata, ubicada en el desierto interior en las regiones I y II, hasta los 25° S. Su existencia está asociada a la presencia de aguas altamente salinas.

A2) Desierto del Tamarugal. En lugares con napas freáticas relativamente superficiales existen árboles espinosos del género Prosopis, tales como P. tamarugo, P. strombulifera, P. alba. Además, existen arbustos como Atriplex atacamensis.

La vegetación de esta formación ha sido muy alterada por el hombre y la mayor parte del recurso actualmente existente corresponde a las plantaciones de P. tamarugo y P. chilensis. En ciertos lugares existen pequeños grupos de árboles que son remanentes de las poblaciones naturales.

B) Sub-Región del Desierto Andino

Representa el piso vegetacional superior del desierto y se ubica en las laderas occidentales de la Cordillera de Los Andes, entre altitudes aproximadas de 1.800 a 3.500 m. Presenta condiciones más favorables que la sub-región anterior debido a las influencias marginales de las precipitaciones que ocurren en la alta cordillera andina. Esta sub-región cubre una superficie de 3.608.125 ha (Gajardo, 1987).

Entre las formaciones que componen esta sub-región cabe destacar el Matorral Desértico con Suculentas Columnares, ambiente de Cactáceas caracterizado por la presencia de quiscos "candelabros" en laderas rocosas medias. Algunas de las especies de esta formación son Browningia candelaris, Eulychnia aricensis y Opuntia tarapacana.

Otras especies presentes en esta sub-región son Atriplex microphylla, A. atacamensis, A. deserticola y Adesmia spp.

En el cauce de ríos y en los oasis que bordean el Salar de Atacama existe una comunidad arbórea de Prosopis chilensis - Geoffroea decorticans, la cual comparte los sectores cultivados y su composición y estructura dependen casi totalmente de la influencia humana (Gajardo, 1983).

C) Sub-Región del Desierto Costero

Se extiende en la banda costera desde la I Región hasta el Norte de la IV Región, es decir, incluye la región mediterránea perárida (Di Castri, 1975). Cubre las laderas occidentales de la Cordillera de la Costa, desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 1.500 m de altitud, ocupando una superficie de 1.795.625 ha.

Debido a la presencia de neblinas costeras ("camanchacas") existe una gran riqueza florística. El Desierto Costero alcanza su máxima

expresión en la formación Desierto Costero de Taltal, particularmente en el sector de Paposo. Este Desierto de Taltal se encuentra entre los 24° y 28° S. (Gajardo, 1983).

Entre las especies presentes se pueden mencionar Eulychnia iquiquensis, Frankenia chilensis, Cassia brogniastii, Tessaria absinthioides, Adesmia tenella, Krameria cistoidea, Nolana sedifolia, Heliotropium linariaefolius, Oxalis gigantea, Bahia ambrosioides. Muchas de estas especies sólo se encuentran en la parte meridional de esta sub-región y son más frecuentes en la región mediterránea árida.

D) Sub-Región del Desierto Florido

Se extiende desde el río Copiapó hasta el Norte de La Serena, por la banda interior, es decir, se ubica íntegramente y en forma coincidente en cuanto a longitud con la parte interior de la región mediterránea perárida de Di Castri (1975). El nombre de esta formación proviene del florecimiento de innumerables especies efímeras por la influencia de precipitaciones periódicas. Cubre una superficie de 2.376.875 ha (Gajardo, 1987).

- D1) Desierto Florido de los Llanos. Se encuentra ubicado en las extensas llanuras arenosas presentes entre Copiapó y Vallenar. Su fisionomía consiste en una cobertura rala de arbustos bajos, pero en su composición intervienen numerosas especies de geófitas y efímeras, que surgen cuando ocurren las precipitaciones (Gajardo, 1983). (Foto 2 apéndice).

Entre las especies que destacan por la belleza de sus flores se puede mencionar la Calandrinia calycina cuyo color rojo intenso contrasta con el verde claro del resto de la vegetación que surge con las precipitaciones.

- D2) Desierto Florido de las Serranías. Se distribuye principalmente en los sectores montañosos intermedios, en la parte Norte al interior de la formación anterior y al sur de Vallenar corresponde a la prolongación del Desierto Florido de los Llanos abarcando hasta el Norte del río Elquí.

Corresponde generalmente a formaciones de matorral que han sido fuertemente afectadas por la acción antrópica. Entre las especies presentes destacan Balsamocarpon brevifolium (algarrobilla), Caesalpinia angulicaulis (retamo), Cordia decandra (carbonillo), Heliotropium stenophyllum y Adesmia argentea.

Peralta y Serra (1987), realizaron un estudio para caracterizar el habitat natural de las especies del género Prosopis en la III región de Atacama en áreas que incluyen mayoritariamente el Desierto Florido y las sub-regiones adyacentes. Determinaron que el habitat del algarrobo corresponde a suelos con alto contenido de cal libre y altos tenores de sal. Se encuentra íntimamente relacionado con acuíferos superficiales y subterráneos. Por lo

tanto, se ubica en lugares bajos, lechos de ríos, esteros y quebradas, pie de piedmonts y conos de rodados, terrazas aluviales y marinas bajas, valles intermontanos y depresiones de los llanos.

4.3.2.2 Región de las Estepas Alto-Andinas

Se encuentra en la Cordillera de Los Andes y su distribución abarca toda la zona comprendida dentro de tema del presente manual. Esta Región ocupa una superficie de 12.938.125 ha (Gajardo, 1987).

La característica más determinante de esta Región es la altitud, siendo la aridez relativa y un corto período vegetativo lo que determina una fisionomía particular de sus formaciones vegetales (Gajardo, 1983). Este autor distingue dos sub-regiones:

A) Sub-Región del Altiplano y la Puna

Se encuentra situada sobre un relieve de altiplanicie, generalmente con más de 4.000 m de altitud. En la parte del Altiplano predomina un régimen climático con influencia tropical con lluvias de verano que, más hacia el Sur, en la Puna, sólo constituye una influencia marginal, siendo más árida (Gajardo, 1983).

Entre las formaciones que componen esta sub-región se pueden mencionar:

- A1) Estepa Alto-Andina del Lauca. Corresponde al Altiplano, entre los 4.000 y 5.000 m de altitud, en forma de una gran meseta dominada por montañas aisladas. (Gajardo, 1983) distingue las siguientes asociaciones: Festuca orthophylla - Parastrephia lucida; Festuca orthophylla - Deyeuxia breviaristata, correspondiente a los pajonales, extensas superficies cubiertas por gramíneas en mechón; Azorella compacta o llaretales, plantas en cojín, que se ubica de preferencia en las laderas rocosas de la precordillera; Polylepis tarapacana, "queñoal", compuesto por pequeños árboles, en el sector Sur del área; Parastrephia quadrangularis - Festuca orthophylla, "tolar", compuesto por arbustos bajos de follaje reducido y, Oxychloe andina, "bofedal".
- A2) Estepa Alto-Andina Sub-Desértica. Esta formación está al Sur del Altiplano y se diferencia de ella por su mayor grado de aridez. Está formada por comunidades de arbustos bajos en cojín, gramíneas en mechón y arbustos de hojas reducidas. Entre las especies presentes se pueden mencionar Pycnophyllum molle, Oxalis exigua, Baccharis incarum, Lampaya medicinalis, Festuca chrysophylla, Fabiana bryoides, Azorella compacta y Polylepis tarapacana, estas dos últimas, en forma muy localizada (Gajardo, 1983).
- A3) Estepa Arbustiva de la Pre-Cordillera Altiplánica. Esta formación se ubica en los sectores montañosos de la Pre-Cordillera, predominando el paisaje de arbustos bajos ("tolar"). Entre sus

asociaciones destaca la de Polylepis besseri - Fabiana densa, constituida por "queñales", formación leñosa alta, cuyo dosel superior puede alcanzar hasta 6 m de altura (Gajardo, 1983).

- A4) Estepa Arbustiva de la Pre-Puna. En esta formación predominan arbustos bajos de escasa cobertura, entre cuyas especies las más frecuentes son Fabiana densa - Baccharis boliviensis y Baccharis incarum - Lampaya medicinalis (Gajardo, 1983).
- A5) Estepa Sub-Desértica de la Puna de Atacama. Se encuentra en la Alta Cordillera de la II Región (Antofagasta). Existen comunidades de arbustos bajos (Fabiana bryoides - Parastrephia lepidophylla), de plantas cespitosas en las partes más altas (Stipa chrysophylla) y de gramíneas en mechón (Festuca chrysophylla). (Gajardo, 1983).
- A6) Estepa Desértica de los Salares Andinos. Presenta vegetación muy rala y su fisionomía es netamente desértica. Entre sus especies están Adesmia sentis, Atriplex deserticola, A. microphylla, A. atacamensis, Tessaria absinthioides. (Gajardo, 1983).
- A7) Desierto Alto-Andino del Ojos del Salado. Se encuentra sobre los 5.000 m de altitud, señalando el límite de la vegetación. En la parte más baja está Stipa chrysophylla (Gajardo, 1983).

B) Sub-Región de los Andes Mediterráneos.

Se encuentra ubicada a partir de los 29° S. El territorio que abarca presenta elementos de clima mediterráneo al tener predominantemente precipitaciones en invierno, en una gradiente que aumenta de Norte a Sur. El relieve es esencialmente montañoso, con altas montañas de laderas escarpadas, dando un aspecto general de un desierto de altitud. (Gajardo, 1983).

Fisionómicamente, la forma de vida predominante son plantas bajas, herbáceas o arbustivas en cojín, o gramíneas en mechón. A menores altitudes penetran los elementos esclerófilos en el Norte y caducifolios en el Sur.

Se pueden distinguir las siguientes formaciones:

- B1) Estepa Alto-Andina de la Cordillera de Doña Ana. Se encuentra desde el Sur de la III Región de Atacama hasta el Norte de la IV Región de Coquimbo. Entre las comunidades que la conforman se pueden mencionar: Stipa chrysophylla - Adesmia gayana y Atriplex atacamensis - Tessaria absinthioides (Gajardo, 1983).
- B2) Matorrales Pre-Andinos de la Cordillera de Coquimbo. Presenta una comunidad de gran riqueza florística dominada por Fabiana imbricata y Ephedra andina (Gajardo, 1983).

B3) Matorrales Andinos Esclerófilos. Aunque esta formación tiene muchas características de la región de los Matorrales y Bosques Esclerófilos, atendida su fisionomía general y la mezcla de elementos florísticos andinos, Gajardo la incluye en esta región ecológica. Se encuentra desde Combarbalá (31°15' S.), en la IV región hasta la latitud de San Fernando (34°40' S.).

Entre las comunidades que tiene esta formación se puede mencionar las siguientes: Kageneckia angustifolia - Valenzuela trinervis, con fisionomía de matorral alto y en condiciones favorables, arbórea; Colliguaya integerrima - Tetraglochin alatum, con fisionomía de matorral bajo; Escallonia myrtoidea, bosquecillos junto a cursos de agua en los valles andinos; Austrocedrus chilensis - Schinus montanus, de carácter relictual; Azorella madreporica - Laretia acaulis. Además, se encuentran especies típicas de la Región de los Matorrales y Bosques Esclerófilos, como Quillaja saponaria, Colliguaya odorifera y Lithraea caustica (Gajardo, 1983).

B4) Estepa Alto-Andina de la Cordillera de Santiago. Representa el nivel altitudinal superior de la vegetación en la Cordillera de Los Andes de la zona Central. Predomina la fisionomía de arbustos y hierbas en cojín y en mechón. Las comunidades más características de esta formación son Mulinum spinosum - Chuquiraga oppositifolia, estepa de arbustos bajos; Azorella madreporica - Laretia acaulis, con especies en cojín; Stipa lachnophylla, con aspecto de "coironal"; Chuquiraga oppositifolia - Valenzuela trinervis, de carácter xerófito; Patosia clandestina - Juncus balticus, comunidad típica de las vegas (Gajardo, 1983).

B5) Estepa Alto-Andina de los Andes Mautinos. La altitud baja a menos de 1.50 m, pero aumenta las precipitaciones en forma de nieve. Contiene comunidades de vega, de carácter xerófito y especies en cojín ya mencionadas.

4.3.2.3 Región de los Matorrales y Bosques Esclerófilos

Esta región ecológica es más representativa del tema del presente manual. Se extiende desde un poco más al Sur del límite de la IV Región (29°20' S.), hasta la VII Región, aunque más al Sur existe otra formación de este tipo en condiciones edáficas muy particulares. Si no se considera esta última formación, la región ecológica coincide casi plenamente con las regiones mediterráneas árida, semiárida y subhúmeda de Di Castri (1975).

De acuerdo al predominio de distintas formas de vida Gajardo (1983) distingue tres sub-regiones que se indican a continuación.

A) Sub-Región de los Matorrales Esteparios

Representa a los sectores con mayores limitantes y con una intensa presión de explotación, lo que ha producido una regresión de la fisionomía original de la vegetación a formaciones de arbustos bajos muy esparcidos con una densa estrata de hierbas anuales (Gajardo, 1983).

En esta sub-región es posible reconocer las siguientes formaciones vegetales:

A1) Matorrales Esteparios Costeros de Coquimbo

Corresponde a una formación de arbustos bajos de hojas duras, a veces reducida, distribuida en las terrazas marinas y macizos montañosos cercanos al océano. Su límite Norte coincide con el de la banda costera de la región mediterránea árida (Di Castri, 1975) y al Sur, sólo por la parte montañosa, alcanza hasta los 30°55' S., aproximadamente, al Norte de la quebrada El Teniente.

En temporadas favorables, como ocurrió en 1987, hay un gran desarrollo de una estrata herbácea primaveral, con lo cual fisionómicamente se aproxima al Desierto Florido (Gajardo, 1983).

Entre las formaciones que describe Gajardo se pueden mencionar: Adesmia microphylla - Cassia coquimbensis, en que la primera especie puede alcanzar gran densidad; Heliotropium stenophyllum - Fuchsia lycioides, comunidad que ocupa de preferencia sectores planos de las terrazas litorales, con fisionomía de matorral bajo abierto y predominio de especies herbáceas; Nolana filifolia - Plantago tumida, comunidad de densidad muy baja, con predominio de hierbas anuales y algunos arbustos aislados, en sectores erosionados (Gajardo, 1983).

En los fondos de quebrada se presenta una comunidad sub-arbórea de Lithraea caustica - Porlieria chilensis, en tanto que en lugares que han sido cultivados se produce una comunidad seral post-aradura de Gutierrezia resinosa - Atriplex semibaccata, esta última especie asilvestrada.

En esta formación se realizó parte de un estudio más detallado en un transecto de 8 km de ancho promedio teniendo como eje la Carretera Panamericana desde el puerto de Coquimbo al Sur mediante la cartografía de ocupación de tierras (Del Pedregal, 1983; Etienne, Del Pedregal, Alvarez, 1984).

De acuerdo con el referido estudio, en el sector entre Totoralillo y Guanaqueros, el más septentrional analizado, la especie dominante más frecuente es Oxalis gigantea, acompañada generalmente de Fuchsia lycioides. Las alturas medias de ambas especies son de 1 y 1,80 m, respectivamente. En los cerros y en exposiciones Norte, la especie dominante es Heliotropium stenophyllum (Palo negro), la cual se presenta en formaciones con suculentas (Trichocereus chilensis

(Quisco) . Entre las especies herbáceas destacan Plantago tumida, Erodium cicutarium (Alfilerillo) y Trisetobromus hirtus (Pasto largo), esta última solamente en sectores altos y de menor intervención. El pastoreo constituye el único uso de la vegetación por el hombre. Los terrenos están medianamente sobretalajeados, con mayor grado en los planos que en los cerros (Del Pedregal, 1983).

En el sector que continúa hacia el Sur, entre Guanaqueros y Quebrada Los Almendros, la especie leñosa alta (puede sobrepasar los 2 m de alto) más frecuente es Cordia decandria (carbonillo), ubicándose preferentemente en laderas asoleadas (Foto 3 apéndice).

Como matorral bajo, la especie más representativa es Gutierrezia resinosa (pichanilla, monte amarillo), la cual se ubica en terrenos planos y laderas de exposición Norte. En esta última ubicación se asocia con Flourensia thurifera (Incienso, Maravilla del campo) y Heliotropium stenophyllum.

Las especies herbáceas son las ya señaladas en el sector anterior. En área con pastoreo controlado (Hacienda El Tangué) se desarrolla Stipa speciosa, hierba perenne. (Foto 4 apéndice).

La situación de uso y de degradación es similar a la anterior; pero, además, junto con encontrarse sectores extremadamente degradados existen zonas planas con plantaciones de arbustos forrajeros como Atriplex repanda y A. nummularia.

Más hacia el Sur, en el sector Quebrada Los Almendros - Salala, la especie dominante más frecuente en el plano es Gutierrezia resinosa, a veces acompañada de Proustia cuneifolia (Husillo, Huañil). Sobre los 200 m de altitud las especies anteriores son reemplazadas por Heliotropium stenophyllum y Flourensia thurifera, las cuales se ubican preferentemente en laderas de exposición N. y NE. En altura y exposiciones S. se ubica Adesmia microphylla acompañada de Trisetobromus hirtus como especie herbácea. Erodium cicutarium se distribuye homogéneamente en el sector, junto con Adesmia tenella y Plantago tumida en terrenos degradados. Cordia decandra y Trichocereus chilensis ocupan las laderas asoleadas del sector (Del Pedregal, 1983). En este sector es mayor el deterioro de los terrenos de pastoreo. En las cercanías del poblado de Salala y del valle del río Limarí hay muchos cultivos de secano. También hay plantaciones de arbustos forrajeros (Del Pedregal, 1983).

En el sector que sigue, Salala - Talinay, al Norte del río Limarí, abunda Gutierrezia resinosa y Haplopappus angustifolia. En las riberas del río domina Bahia ambrosioides (chamiza) con Fuchsia lycioides en exposiciones S. y Heliotropium stenophyllum con Cordia decandra en exposiciones N. Al Sur del río Limarí la especie más frecuente es Haplopappus angustifolia asociada con una estrata herbácea de Plantago

tumida y Adesmia tenella, Erodium cicutarium, Trichocereus chilensis y Puya chilensis (cardón). Se distribuyen en todo el sector, localizándose esta última con más frecuencia en las riberas del río Limarí (Del Pedregal, 1983).

En toda el área estudiada por Pedregal (1983) a que se ha hecho referencia hasta el momento, las formaciones más frecuentes son la leñosa baja (menor a 2 m de altura) con estrata herbácea, con una cobertura que fluctúa entre 3 y 75% y una participación dentro del total entre 47 y 61%, seguido por una formación herbácea con grado de participación entre 9 y 41% del total. La superficie restante está ocupada por playas, dunas, cultivos agrícolas y plantaciones de arbustos.

A2) Matorrales Esteparios del Interior de Coquimbo

Se ubica en los llanos y serranías del interior que no reciben influencia directa del océano, con lo cual las características xerófitas son más acentuadas. Corresponde a la continuación hacia el Sur del límite meridional del Desierto Florido - Norte del valle del Elqui - prolongándose hasta el Norte del río Choapa.

El carácter original de esta vegetación ha sido muy alterado (Gajardo, 1983).

Entre las comunidades que describe, se pueden mencionar Flourensia thurifera - Heliotropium stenophyllum, muy frecuente en las laderas rocosas de los cerros; Tessaria absinthioides - Pleocarpus revolutus, en los aluvios de fondo a quebrada; Fabiana barriosii - Verbena selaginoides; Bridgesia incisaefolia - Flourensia thurifera, en laderas rocosas de exposición Norte, especialmente en sectores de mayor altitud; Gutierrezia resinosa - Atriplex semibaccata, en terrenos planos o en laderas que han sido cultivadas, constituyendo una de las primeras etapas de la sucesión; Lithraea caustica - Colliguaya odorifera, comunidad típicamente esclerófila; Prosopis chilensis - Schinus polygamus; Acacia caven - Flourensia thurifera; Colliguaya odorifera - Adesmia microphylla o con Proustia cinerea.

En la parte Norte de esta formación se encuentra con cierta frecuencia Krameria cistoidea (pacul). (Foto 5 apéndice).

En esta sub-región Etienne et al (1982) realizaron un transecto de 8 km de ancho mediante la cartografía de ocupación de tierras tomando como eje el camino interior que une las localidades de Puerto Oscuro, Combarbalá, Monte Patria, Ovalle y Las Cardas, cubriendo una superficie de 93.518 ha.

Los resultados del estudio indican que en el transecto predominan tres formaciones vegetales: la formación herbácea, comúnmente conocida como pradera, que representa un 36% de las 93.518 ha cartografiadas; la formación leñosa baja - herbácea, que ocupa un 30% y, por último, la formación leñosa baja (altura inferior a 2 m), con un 26%. El resto está ocupado por vegetación escasa (5%) y otro tipo de vegetación poco frecuente (3%) (Etienne et al, 1982).

Las suculentas rara vez se encuentran en formaciones puras. Frecuentemente están asociadas con las otras formas vegetales, ocupando un 15% de la superficie total (Etienne et al, 1982). En cuanto a recubrimiento de la vegetación, las formaciones leñosas rara vez alcanzan un recubrimiento superior a 50%, siendo abundantes entre 10 y 50% (Etienne et al, 1982).

Las especies dominantes del transecto ordenadas de mayor importancia son: Erodium cicutarium, Flourensia thurifera, Adesmia tenella, Colliguaya odorifera, Erodium moschatum, Trichocereus chilensis, Heliotropium stenophyllum, Puya chilensis, Gutierrezia resinosa, Bahia ambrosioides, Proustia cuneifolia, Pectocarya dimorpha, Trisetobromus hirtus y Trichocereus coquimbanus (Etienne et al, 1982).

Entre las especies herbáceas más frecuentes, Erodium cicutarium y Adesmia tenella presentan una distribución bastante uniforme en todo el transecto. Colliguaya odorifera y Flourensia thurifera se encuentran preferentemente en los cerros más altos; la primera, ocupa en general exposiciones menos soleadas y más húmedas, en tanto que la segunda, las más cálidas y secas.

Heliotropium stenophyllum ocupa principalmente exposiciones cálidas, a menores alturas que Flourensia thurifera.

Trichocereus chilensis y Puya chilensis, están en todo el transecto, pero solamente en los sectores de Canela - El Espino y La Paloma - Ovalle aparecen con elevada frecuencia, especialmente en las laderas más soleadas.

Se debe aclarar que Bahia ambrosioides domina exclusivamente en el sector de las terrazas marinas y Cordillera de la Costa del sector Puerto Oscuro - Canela Alta, es decir, corresponde a la sub-región costera de matorrales Esteparios con Bosquecillos Ocasionales (Gajardo, 1983), que se analiza más adelante. Situación similar ocurre con la herbácea Erodium moschatum.

Etienne, González y Prado (1982) realizaron un levantamiento cartográfico de un transecto que cubre 55.926 ha, comprendido entre las localidades de Los Vilos, Illapel y Combarbalá tomando como eje el camino que une las referidas localidades. El sector de dicho estudio comprendido entre Combarbalá e Illapel está dentro de esta formación. A continuación se efectuará un breve análisis de dicho sector.

La parte más al Norte del transecto, entre Aucó y El Espino, se caracteriza por presentar dos macroexposiciones. La macroexposición Norte, que corresponde a la bajada de la Cuesta El Espino hacia el río Pana, dominan las formaciones leñoso bajo - herbáceo (36% de la superficie total), no así en la macroexposición Sur, donde dominan las formaciones de matorral bajo (39%). La falta de terrenos planos tiene como consecuencia la disminución de la superficie ocupada por formaciones herbáceas (13%). La especie que más caracteriza el sector es Colliguaya odorifera, tanto en distribución como en dominancia. Desde La Cuesta Los Hornos al Norte se encuentra Flourensia thurifera. Las especies herbáceas dominantes son Trisetobromus hirtus, más hacia el Norte y Erodium cicutarium, hacia el Sur (Étienne, González y Prado, 1982).

Casi toda el área está ocupada por terrenos de pastoreo predominantemente arbustivo y caracterizados por un alto nivel de deterioro (Étienne, González y Prado, 1982).

A3) Matorrales Esteparios con Bosquecillos Ocasiones

Es una formación esencialmente costera, muy degradada, constituida por un matorral heterogéneo, generalmente mediano o bajo y con densidad irregular. Entre los arbustos y en extensos claros se desarrolla una pradera anual rica en especies. En las quebradas y laderas de exposición Sur crecen bosquecillos de reducida extensión, pero de alta densidad (Gajardo, 1983). Se extiende por la costa desde Fray Jorge, a la altura de Ovalle (30°45' S.), hasta la desembocadura del río Choapa (31°40' S.). A partir de la Quebrada El Teniente (30°55' S.) esta formación penetra hacia la Cordillera de la Costa.

Entre las comunidades que describe Gajardo (1983) se pueden señalar: Azara celastrina - Schinus latifolius, en sectores abrigados de las terrazas litorales; Lithraea caustica - Porlieria chilensis, en el fondo de quebradas; Bahia ambrosioides - Puya chilensis, en las terrazas litorales, donde las grandes rosetas de esta última especie caracterizan la fisionomía de esta comunidad; Baccharis concava - Ribes georgianum, comunidad que crece exclusivamente en el Parque Nacional Fray Jorge, constituyendo el matorral denso que rodea al bosque de olivillo (Aextoxicon punctatum); Ambrosia chamissonis - Distichlis spicata, en la línea superior de las playas; Flourensia thurifera - Heliotropium stenophyllum; Gutierrezia resinosa - Atriplex semibaccata; Drimys winteri - Myrceugenia chequen, comunidad arbórea de fondos de quebrada con aguas corrientes; Aextoxicon punctatum - Raphithamnus spinosus, relictos de antiguos bosques laurifolios del Parque Nacional Fray Jorge.

La parte central del transecto realizado a través de la Carretera Panamericana por Del Pedregal (1983), incluye parte de esta sub-región.

Frente a Talinay, la Carretera Panamericana - de Norte a Sur - se acerca hacia la costa y por lo tanto, penetra en esta sub-región. La influencia marina, implica la presencia de Bahia ambrosioides la cual constituye la especie leñosa baja más frecuente, ubicándose preferentemente en exposiciones O., siendo acompañada en los cerros por Baccharis concava (vautro) y en el plano por Haplopappus foliosus (cuerno de cabra).

Heliotropium stenophyllum domina en las exposiciones N. y NE. Las especies herbáceas que dominan son Plantago tumida y Vulpia megalura y en menor grado, siempre en los cerros, Trisetobromus hirtus. También aparece Puya chilensis, la cual acompaña a las diferentes especies dominantes descritas, formando a veces densos manchones, como en los alrededores del cerro Naranjillo.

En Talinay existe un bosque similar al de Fray Jorge, con las especies Aextoxicon punctatum, Drimys winteri y Raphithamnus spinosus.

Hacia el Sur, se agrega como especie Oxalis gigantea (churco) y, sobre los 500 m de altitud, Adesmia microphylla (palhuén). En los sectores cercanos a Mantos de Hornillos crece Haplopappus macreanus. En el sector de Las Palmas, en la quebrada del mismo nombre, existe un pequeño relicto de palma chilena (Jubaea chilensis), el cual en la actualidad, probablemente constituye el límite Norte de distribución de la especie. A partir de este sector, Fuchsia lycioides (chilco), es la especie leñosa alta (más de 2 m de altura) más representada, en lugares altos y poco asoleados (Del Pedregal, 1983).

El área descrita en general, ha sido medianamente sobreutilizada en pastoreo, existiendo algunas plantaciones de arbustos forrajeros.

Las formaciones leñoso bajo ocupan 15-17% del total de la superficie, generalmente con coberturas claras y muy claras, en tanto que las leñoso bajo - herbáceo ocupan entre el 47 y 72% del total (Del Pedregal, 1983).

A4) Matorrales Esteparios Arborescentes

Esta formación vegetal se caracteriza porque en ella tienden a predominar los matorrales altos e incluso arborescentes, debido al mejoramiento de las condiciones ambientales. Además, presenta algunas comunidades típicas de los bosques esclerófilos. No obstante, la fisionomía esteparia continúa vigente (Gajardo, 1983).

Se extiende por la costa desde el río Choapa hasta Papudo, y hasta la Cuesta El Melón más hacia el interior. Con respecto a la clasificación bioclimática de Di Castri, esta formación ocupa la parte Sur de región mediterránea árida costera y la parte Norte de la región semiárida, siempre por la costa.

Entre las comunidades que describe Gajardo (1983) se pueden mencionar: Peumus boldus - Podanthus mitique, comunidad típicamente

arborescente, muy repartida en este ambiente, en la costa, quebradas y laderas de exposición Sur; Lucuma valparadisea - Lepechinia salvidae, comunidad relictual, ubicada en los acantilados costeros o muy cerca del mar; Bahia ambrosioides - Puya chilensis; Adesmia microphylla - Cassia coquimbensis; Azara celastrina - Schinus latifolius, comunidad sub-arborea muy característica de esta formación; Drimys winteri - Myrceugenella chequen, en fondos de quebradas.

La parte meridional del transecto realizado por Del Pedregal (1983) incluye la faja costera de esta formación hasta el Norte de la localidad de Los Vilos.

Según Del Pedregal, las especies dominantes de esta parte del transecto, son Bahia ambrosioides desde Chigualoco al Norte y Baccharis concava desde esta localidad hacia el Sur. Escallonia pulverulenta ocupa exposiciones S. en los cerros. Entre las especies leñoso alto presente en la zona, destacan Azara celastrina (lilén), en las terrazas litorales y Schinus latifolius (molle), Cryptocarya alba (peumo) y Fuchsia lycioides en los cerros.

Esta área es utilizada para pastoreo y está entre regular y buena condición. Existen considerables superficies plantadas con arbustos forrajeros. El 77% del área está cubierta por formaciones leñoso bajo-herbáceo. Las praderas ocupan un 12%. En la parte alta de Agua Amarilla existen áreas con matorral alto denso.

La primera parte del transecto realizado por Etienne, González y Prado (1982) comprende esta formación entre Los Vilos y la cuesta Cavilolén. Este sector está bajo la influencia de las neblinas costeras que penetran hacia el interior por el estero Conchalí. Esto se traduce en la dominancia de recubrimientos elevados y formaciones complejas. El 60% de la superficie tiene más de 50% de cubierta vegetal, predominando las formaciones leñoso-herbáceas (56%). Las formaciones herbáceas representan 26% del total y se concentran en las partes planas. Un 7,5% de la superficie está ocupada por leñosos altos, en las partes elevadas. Estas, generalmente poseen una estructura abierta con una estrata media de matorral bajo y otra baja de herbáceas (Etienne, González y Prado, 1982).

La especie herbácea de mayor importancia en cuanto a su distribución y frecuencia es Plantago hispidula; en menor medida, Avena barbata y Helenium aromaticum.

En cuanto a las especies arbustivas; Baccharia concava es la de mayor dominancia en exposiciones S. y SE. En menor medida se encuentra Trevoa trinervis (tevo), en laderas de exposición S. Más hacia el interior, aparece Flourensia thurifera, en exposición N., haciéndose más frecuente a medida que se aleja del océano.

En cuanto a las suculentas, sólo es importante Puya chilensis. Este sector se caracteriza principalmente por la presencia de varias especies arbóreas. Entre estas destaca Schinus latifolius y, en menor medida, Lithraea caustica, ambas en exposiciones S. y SE. Sobre 860 m de altitud existe una pequeña formación de Cryptocarya alba y Peumus boldus.

Los terrenos de pastoreo, tanto herbáceos como arbustivos, constituyen el principal uso de la vegetación de esta zona, encontrándose generalmente en relativo buen estado. Las áreas con árboles han sido en su totalidad sometidas a talas, lo que ha convertido el monte original en un monte bajo muchas veces degradado (Etienne, González y Prado, 1982).

B) Sub-Región de los Matorrales y Bosques Espinosos

Según Gajardo (1983), esta sub-región en gran medida es consecuencia, tanto en su composición como en su estructura, de la intervención humana. Pero se puede interpretar su existencia como componente de la vegetación original, restringida a situaciones ambientales particulares, especialmente de suelos con altos contenidos de arcillas (tipo vertisoles) y rocosos, propios de los planos inclinados de coluvio de las áreas montañosas.

La forma de vida predominante son los matorrales espinosos, algunos decíduos en verano. La delimitación de esta sub-región corresponde, en gran medida, a la distribución del espino (Acacia caven) y secundariamente, de Trevoa trinervis (tevo, trevo).

En esta sub-región, Gajardo distingue varias formaciones.

B1) Matorrales Espinosos de las Serranías Transversales

Esta formación vegetal está determinada principalmente por el relieve, caracterizado por la presencia de cadenas montañosas situadas entre ambas cordilleras. Se ubica desde un poco más al Norte del río Choapa y su afluente Illapel, hasta el valle del Aconcagua. Corresponde a la banda interior meridional de la región árida de Di Castri (1975).

Entre las comunidades que describe Gajardo (1983) se pueden mencionar: Acacia caven - Flourensia thurifera, matorral muy abierto, ubicado preferentemente en sectores llanos o de pendiente suave; Colliguaya odorifera - Adesmia microphylla, en laderas altas de exposición S., posiblemente corresponde a degradación de bosques de quillay, (Quillaja saponaria); Colliguaya odorifera - Proustia cinerea, en laderas y cumbres rocosas sobre 1.000 m de altitud; Salix chilensis - Maytenus boaria, en cursos de agua poco alterados; Prosopis chilensis - Schinus poligamus, en algunos sectores puntuales, sin mayor continuidad; Quillaja saponaria - Porlieria chilensis, comunidad de árboles altos abierta y arbustos agrupados en matorrales; generalmente en exposición S.; Puya berteroniana - Adesmia arborea,

sobre afloramientos rocosos y laderas expuestas al N.; Prosopis chilensis - Acacia caven, en aluvios y coluvios de los grandes valles; Acacia caven - Maytenus boaria; Flourensia thurifera - Heliotropium stenophyllum, en el área Norte de esta formación; Bridgesia incisaefolia - Flourensia thurifera, en laderas pedregosas en exposición N., Trevoa trinervis - Colliguaya odorifera (Gajardo, 1983).

En la parte Norte de esta formación, Oyarzún y Palavicino (1984), realizaron un estudio que, entre otros aspectos determinó la importancia relativa de seis especies leñosas presentes en la provincia del Choapa. Se debe aclarar que, si bien es cierto el área corresponde a esta formación, el valle del Choapa corresponde al límite de cinco de las formaciones descritas por (Gajardo, 1983), por lo cual es posible que existan ciertos traslajos entre algunas de ellas.

De las especies consideradas en el estudio, Quillaja saponaria, Lithraea caustica, Acacia caven, Schinus latifolius, Cassia coquimbensis y Porlieria chilensis, las más frecuentes son las tres primeras, en tanto la última es la menos frecuente.

En otro estudio realizado en la misma área por Ruiz de Gamboa (1986) se seleccionaron siete especies nativas y una exótica con el ambiente en que se desarrollan. Los resultados en relación a este aspecto fueron los siguientes:

Schinus latifolius se desarrolla en exposiciones topográficas planas, piedmontes o fondos de quebradas, donde mejora la disponibilidad hídrica, a altitudes preferentemente entre 200 y 500 m y pendientes inferiores a 30%.

Quillaja saponaria soporta bien los asoleamientos fuertes cuando se encuentra en condiciones topográficas favorables, como son quebradas o bajos de ladera, donde se cuenta con mayor humedad. El suelo en que crece tiene un horizonte A bastante desarrollado y la profundidad efectiva del suelo es considerable. La textura del suelo es arcillosa, especialmente en el horizonte B para retener la humedad por más tiempo.

Porlieria chilensis es una especie muy adaptable. Soporta fuertes insolaciones cuando dispone de un abastecimiento de agua adecuado, dado principalmente por la topografía. Al igual que quillay, se ubica en los sectores medios y altos sólo en laderas sombrías, requiriendo de un horizonte B arcilloso denso que le permita mantener la humedad por largos períodos. La especie no crece en fondo de quebradas, situación favorable para la mayoría de las especies, lo que puede deberse a su intolerancia y lento crecimiento. Por lo tanto, bajo estas condiciones es fácilmente desplazada por otras.

Acacia caven prefiere suelos de texturas medias a pesadas en profundidad, permitiendo texturas más livianas en la superficie. En general, se desarrolla en sectores bajos con pendientes menores a 30%, pero en ocasiones se encuentra en laderas bastante inclinadas, con alto grado de erosión.

Schinus latifolius se presenta, en el área de estudio, en altitudes de 300 a 500 m, en todas las exposiciones, ocupando planos y laderas. La especie crece en condiciones edáficas muy variables. Es capaz de crecer en suelos muy delgados, bastante erosionados, donde generalmente existe horizonte B denso. Por otro lado, soporta bien los asoleamientos más fuertes y la presencia de cal en el suelo.

Lo anterior permite concluir que se trata de una especie extremadamente plástica, muy resistente a la sequía y a los suelos degradados.

Lithraea caustica se concentra en el área de estudio en el sector de Quillaiacillo, ubicado aproximadamente 20 km al Norte de la ciudad de Illapel. Crece solamente en bajos de ladera o fondos de quebrada, situaciones topográficas favorables en cuanto a humedad, lo que le permite soportar fuertes asoleamientos. Los suelos tienen texturas media a pesada en la superficie y pesada en profundidad. En general, están poco erosionados.

Los antecedentes anteriores muestran que, en el área de estudio, el litre no es una especie colonizadora, sino que se trata de una especie climax, cuyas características de sitio son muy específicas.

Cordia decandra es de características similares a la anterior en cuanto a posición en fase de sucesión. La característica más relevante del habitat de esta especie es la presencia de un suelo calcáreo. Otros factores del medio determinantes son la exposición Norte y los asoleamientos fuertes. Crece en suelos bastantes delgados, de textura franco arenosa en la superficie y franco arcillosa en profundidad (Ruiz de Gamboa, 1986).

B2) Bosques Espinosos Abiertos

Esta formación se presenta en un área relativamente pequeña ubicada al sur del valle del río Aconcagua hasta un poco más al Norte de la ciudad de Santiago. Representa los sectores más secos de la región mediterránea semiárida de Di Castri (1975). Corresponde a los algarrobales y espinales que se sitúan en los grandes valles áridos, en una situación especial de sombra de lluvia, que permite el desarrollo de la última comunidad en la distribución de Prosopis chilensis hacia el Sur (Gajardo, 1983). De acuerdo con Di Castri and Mooney (1973) este tipo de formación no se encuentra en los ecosistemas mediterráneos de la Cuenca del Mediterráneo, Australia y California. Gran parte del área original está actualmente bajo cultivo de riego o de secano, pero aún persisten pequeños bosquetes representativos, con una estrata alta de árboles o matorrales

esparcidos y una densa estrata herbácea, dando la apariencia de una sabana (Fotos 16 y 30. Apéndice).

Entre las comunidades que describe Gajardo se pueden mencionar: Prosopis chilensis - Acacia caven, comunidad típica de algarrobo y Acacia caven - Proustia cuneifolia, comunidad de laderas bajas, muy repartida en lugares áridos de la formación.

B3) Matorrales Espinosos de la Cordillera de la Costa

Se encuentra al Sur de la formación anterior, en el secano interior de la Cordillera de la Costa, casi completamente ubicada en la región Metropolitana en la región mediterránea semiárida de Di Castri (1975).

Representa una formación secundaria, que ha reemplazado al bosque esclerófilo (Gajardo, 1983). Predominan los matorrales cerrados, espinosos, de alta densidad, entre los que se presentan generalmente algunos individuos arbóreos esparcidos. En las quebradas y en ciertas laderas de exposición Sur predominan los bosques esclerófilos.

Entre las comunidades que describe Gajardo están las siguientes; Trevoa trinervis - Colliguaya odorifera y comunidad dominante en esta formación, ampliamente repartida. Tiene la fisionomía de un matorral que puede ser muy denso, con una estrata herbácea rica en hierbas anuales y perennes.

Otra asociación de esta formación es la de Peumus boldus - Trevoa trinervis, con fisionomía de matorral alto denso, frecuente en los sectores más costeros.

En las laderas de exposición Norte y en sectores con afloramientos rocosos, se presenta otra comunidad formada por Puya berteroniana y Trichocereus chilensis.

En los piedmont pedregosos, se encuentra otra comunidad secundaria, fuertemente intervenida, compuesta por Acacia caven y Lithraea caustica, en tanto que una comunidad próxima al bosque original, pero que se encuentra muy alterada y en forma muy heterogénea, es la de Cryptocarya alba - Quillaja saponaria.

En situación similar a la anterior está la comunidad Lithraea caustica - Peumus boldus.

En los fondos de quebrada se desarrolla Cryptocarya alba - Myrceugenella chequen, mientras que Acacia caven - Proustia cuneifolia es frecuente en los lugares más alterados de este ambiente.

Otras asociaciones de esta formación son las compuestas por Tessaria absinthioides - Baccharis pingraea y Acacia caven - Maytenus boaria.

B4) Matorral espinoso de los Lomajes Costeros

Se desarrolla en la zona costera desde un poco más al Sur de la desembocadura del río Maipo (33°50' L.S.) hasta un poco más al Sur de Navidad por la costa, siguiendo hasta la altura de Pichilemu (34°25' S.) un poco más hacia el interior. En relación a la clasificación de Di Castri, el área está dentro de la parte septentrional de la región mediterránea subhúmeda, en la banda costera.

La zona corresponde a lomajes de pendientes suaves y extensas superficies planas de secano, donde se desarrolla un paisaje vegetal homogéneo constituido por un matorral disperso, en que Acacia caven es la especie dominante, acompañada a veces por arbustos esclerófilos. Es una formación secundaria resultante de la fuerte intervención antrópica. En las quebradas y lugares menos alterados se encuentran asociaciones típicas del bosque esclerófilo (Gajardo, 1983). Entre las comunidades que describe este autor se pueden mencionar las siguientes: Acacia caven - Maytenus boaria; Baccharis linearis - Plantago hispidula, comunidad sucesional que representa la primera etapa luego que cultivos de secano son abandonados; Lithraea caustica - Peumus boldus; de preferencia quebradas y en laderas altas; Cryptocarya alba - Schinus latifolius; Trevoa trinervis - Colliguaya odorifera; Ambrosia chamissonis - Distichlis spicata, comunidad dominante en las dunas litorales.

B5) Matorral Espinoso Alto de Cauquenes

Es la máxima expresión de desarrollo de los espinales, ubicándose en un sector interior de la Cordillera de la Costa, sobre amplias planicies de suelos aluviales (Gajardo, 1983). Crece desde el límite Sur de la VI región (34°50' S.) hasta la altitud de San Carlos en la VIII Región (36°40' S.). Por lo tanto está, en su mayor parte, dentro de la región mediterránea subhúmeda de (Di Castri, 1975).

Corresponde a un matorral alto de Acacia caven, en muchos casos arbóreo, de densidad variable, llegando a constituir un dosel cerrado. Existe una estrata herbácea muy diversificada y de gran desarrollo (Gajardo, 1983). Según este autor, para esta formación no ha sido posible definir comunidades típicas.

C) Sub-Región de los Bosques Esclerófilos

En esta sub-región dominan los matorrales arborescentes y bosques. En la mayoría de los casos la forma de masa corresponde a un monte bajo resultante de la regeneración vegetativa de las especies arbóreas esclerófilas.

Se extiende generalmente por las laderas de ambas cordilleras. Su composición es altamente dependiente de la exposición. En la composición florística de esta sub-región existen muchas especies de tipo laurifolio relictual. En la estrata herbácea hay una alta proporción de especies introducidas (Gajardo, 1983).

A continuación se hará una descripción de las formaciones propuestas por Gajardo.

C1) Bosque Esclerófilo Costero

Equivale al bosque costero mixto, descrito por Garrido (1981). Se distribuye en un sector costero montañoso y en las laderas occidentales de la Cordillera de la Costa, en un área que abarca desde Papudo (32°30' S.) hasta el río Maipo, limitando al Sur con el Matorral Espinoso de los Lomajes Costeros.

A continuación se describen algunas de las comunidades señaladas por (Gajardo, 1983).

a) Beilschmiedia miersii - Crinodendron patagua

Es una comunidad mixta, con elementos esclerófilos y laurifolios (Gajardo, 1983). Es muy escasa y se encuentra en quebradas y en laderas de exposición Sur muy húmedas, por ejemplo, en las localidades de Papudo, Zapallar y Cachagua. (Foto 6 apéndice).

Beilschmiedia miersii (belloto) es tal vez la especie del bosque esclerófilo que alcanza mayores dimensiones, destacando por su gran amplitud de copa. (Foto 7 apéndice).

Aparte de las especies que caracterizan esta comunidad, están también presentes Cryptocarya alba y, en menor medida, Peumus boldus, Schinus latifolius, en el dosel intermedio y Chusquea cumingii, en el sotobosque.

Las comunidades que constituyen estas especies llegan a tener coberturas de 150%, considerando el conjunto de los diferentes estratos, con estructura irregular, como monte alto o monte medio, según el grado de intervención humana.

b) Cryptocarya alba - Schinus latifolius

Es una comunidad boscosa que se encuentra especialmente en quebradas húmedas y laderas expuestas al Sur, alcanzando en ciertos casos un gran desarrollo y cobertura. (Foto 8 apéndice).

Además de las especies que caracterizan esta comunidad se encuentran también Peumus boldus y, en menor medida, Lithraea caustica, Quillaja saponaria y Chusquea cumingii en el sotobosque (Gajardo, 1983).

Tanto en esta comunidad, como en la anterior, los claros producidos por la acción antrópica, especialmente incendios, son invadidos por Chusquea cumingii. (Foto 9 apéndice).

c) Lithraea caustica - Peumus boldus

Es una comunidad que corresponde al monte bajo del bosque esclerófilo original. Tiene la fisionomía de un matorral de densidad variable, alcanzando en algunos puntos el estado arbóreo (Gajardo, 1983). Además de estas dos especies, se pueden encontrar Quillaja saponaria, Trevoa trinervis, Satureja gilliesii, Cryptocarya alba y la herbácea perenne Nassella chilensis.

d) Otras comunidades de esta formación

Drimys winteri - Myrceugenella chequen; Cryptocarya alba - Myrceugenella chequen y Blepharocalyx cruckshanksii - Crinodendron patagua, en fondos de quebrada; Lucuma valparadisea - Lepechinia salviae, de carácter relictual, en dos o tres lugares directamente frente al mar, en roqueríos litorales; Peumus boldus - Trevoa trinervis, matorral denso, frecuente en sectores costeros erosionados; Azara célastrina - Schinus latifolius, comunidad muy frecuente en terrazas litorales, especialmente en el sector Norte de la formación; Trevoa trinervis - Colliguaya odorifera, matorral espinoso muy abundante en las laderas de los cerros; Acacia caven - Maytenus boaria, frecuente en aluvios y laderas bajas de los cerros; Puya berteroniana - Trichocereus chilensis, en afloramientos rocosos de laderas de cerros y en exposición Norte, generalmente alejada de la influencia marina; Puya chilensis, frecuente en terrazas litorales; Tessaria absinthioides - Baccharis pingraea, en esteros y cursos de agua; Bahia ambrosioides - Puya chilensis, en laderas rocosas, especialmente en el área Norte de la formación; Ambrosia chamissonis - Distichlis spicata, en dunas litorales (Gajardo, 1983).

e) Jubaea chilensis - Lithraea caustica

Es la comunidad más típica de los palmares que presenta una distribución muy localizada en la Cordillera de la Costa, posiblemente como consecuencia de la explotación que ha sufrido (Gajardo, 1983). Se debe aclarar que la palma chilena (Jubaea chilensis) no se encuentra en forma exclusiva en esta formación, si bien las dos poblaciones de palma más grandes - Ocoa y Cocalán - se encuentran en ella.

La palma es una especie que presenta gran amplitud ecológica, mezclándose con diferentes especies según cada sitio (González y Vita, 1987). En el palmar de Cocalán la especie alcanza su máximo desarrollo y densidad en las cercanías de los arroyos, donde se pueden encontrar a veces más de 200 individuos por hectárea. En estas condiciones se asocia con litre (Lithraea caustica), quillay (Quillaja saponaria), boldo (Peumus boldus), quilo (Muehlenbeckia hastulata), quisco (Trichocereus chilensis), zarzamora (Rubus ulmifolius) y otras (González y Vita, 1987). (Foto 10 apéndice).

En sitios más cerrados, en fondos de quebrada, la palma se encuentra acompañada por peumo (Cryptocarya alba), lingue (Persea lingue), quila (Chusquea cumingii), patagua (Crinodendron patagua), boldo y otras (González y Vita, 1983).

En las laderas de exposiciones intermedias, la palma es más escasa y se asocia generalmente con trevo (Trevoa trinervis), mitique (Podantus mitique), barbón (Eupatorium glechnophyllum), boldo y otras. En estas condiciones, las densidades de palma son inferiores a un ejemplar por hectárea (González, 1985). (Foto 11 apéndice).

En las laderas de exposición Norte, la palma se encuentra en densidades mayores aunque variables y, en las cabeceras de cuenca con exposición Norte, se alcanzan densidades de hasta 50 ejemplares por hectárea. Entre las especies acompañantes, se presentan como abundantes colliguay (Colliguaya odorifera), trevo, té de burro (Chorizantes virgata), chagual (Puya violacea), entre otras.

Además de las especies nombradas, en Ocoa la palma se asocia con canelo (Drimys winteri), arrayán (Myrceugenia chequen), espino (Acacia caven), maquí (Aristotelia chilensis), maitén (Maytenus boaria), mollé (Schinus latifolius), lilén (Azara celastrina) y otras (Rubinstein, 1969). Las especies acompañantes juegan un importante y decisivo rol en la regeneración de palma, ya que ésta se produce solamente bajo la protección de ella (González y Vita, 1987).

En cuanto a suelos, la palma se desarrolla casi exclusivamente en los de origen granítico, preferencia muy marcada de esta especie a través de toda su área de distribución. No obstante, la palma presenta alta variabilidad de habitat, ya que crece en lechos de quebradas y laderas de distintas exposiciones, desde fondos de valles hasta roqueríos que alcanzan 1.000 m de altitud (González, 1985). Se encuentra en el fondo de húmedas y sombrías quebradas y en sectores altos y asoleados extremadamente secos demostrando una gran resistencia a la sequía (González y Vita, 1987).

La estructura de la palma en áreas poco intervenidas es de monte alto irregular, pero abierta. En cambio, en áreas muy intervenidas o donde la cosecha de frutos es muy alta, la estructura tiende a regularizarse, por falta de regeneración. Esto ocurre en los sectores bajos de Cocalán y en las cercanías de Viña del Mar (González y Vita, 1987).

En cuanto a la magnitud del recurso palma, en Ocoa, Rubinstein (1969) entregó los siguientes antecedentes: sobre una superficie de 4.043 ha existían 111.177 ejemplares arbóreos de los cuales 75.618 eran productores de frutos, es decir, tenían una altura superior a 10-13 m. La cantidad total de regeneración era de 152.203 individuos.

Rubinstein (1969) reconoció seis tipos de palmares en Ocoa diferenciables principalmente por condiciones topográficas, donde las poblaciones de la especie también eran diferentes. En términos muy

generales, se puede señalar que el número de árboles por hectárea oscilaba entre 5 y 60 con alturas que alcanzaban 32 m, en tanto que los diámetros a 1,30 m fluctuaban entre 0,40 y 1,25 m y los volúmenes por ejemplar de 3 a 7 m³. La cantidad de regeneración variaba entre 10 y 99 ejemplares por hectárea.

En Cocalán, González (1985) realizó un estudio censal en uno de los dos predios que conforman las Palmas de Cocalán, Higuera N° 1, con una superficie total de 3.788 ha. Este predio ocupa principalmente una cuenca de exposición general Norte, con amplias variaciones locales de topografía y exposición.

En el cerro se obtuvo un total de 7.910 ejemplares de palma con alturas que fluctúan entre menos de 1 m y más de 20 m. Además, se contabilizaron 4.834 ejemplares de regeneración natural, entendiéndose como tal aquellos individuos que aún no formaban estípote.

C2) Bosque Esclerófilo de la Pre-Cordillera Andina

Se encuentra en las laderas bajas y medias de la Cordillera de Los Andes limitado por la alta pendiente. Corresponde a un ambiente muy seco en verano, sin una significativa influencia reguladora del océano e inviernos fríos. El patrón de distribución de las comunidades vegetales es principalmente la altitud y exposición, siendo importante también el relieve (Gajardo, 1983). Se encuentra ubicado desde los cerros de Conchalí y Manquehue, al NE. de Santiago hasta la ciudad de San Fernando (VI Región) (34° 40' S.). Con respecto a la clasificación de Di Castri (1975), abarca la región mediterránea semiárida y parte de la subhúmeda.

Fisionómicamente corresponde a un bosque esclerófilo fuertemente intervenido, con matorrales en las laderas de exposición Norte. Entre las comunidades descritas por Gajardo (1983) se mencionan las siguientes:

a) Quillaja saponaria - Lithraea caustica

Es la comunidad más repartida y característica de esta formación. Su fisionomía es heterogénea, variando entre estructura de matorral a bosque, pero siempre con una densidad baja en la estrata arbórea. Se localiza preferentemente en situaciones de media ladera. Puede haber además Maytenus boaria, Cryptocarya alba y Escallonia pulverulenta (Gajardo, 1983).

b) Quillaja saponaria - Colliguaya odorifera

Se desarrolla especialmente en altitud en laderas rocosas y en valles altos. Su fisionomía corresponde a un bosque o matorral alto, muy abierto. Pueden estar presentes, además, Porlieria chilensis, Adesmia arborea y Talguenea quinquenervis, entre otras (Gajardo, 1983).

c) Cryptocarya alba - Quillaja saponaria

Es una comunidad frecuente, especialmente en laderas de exposición sur. Es muy heterogénea en cuanto a estructura, pasando desde matorral a bosque. Pueden integrar la comunidad Trevoa trinervis, Colliguaya odorifera, Podanthus mitique y Lithraea caustica (Gajardo, 1983).

d) Cryptocarya alba - Lithraea caustica

Generalmente se presenta como matorral sub-arbóreo en laderas de exposición Sur. En quebradas y lugares favorables se convierte en bosque denso, pero de reducida extensión. Otras especies que pueden estar presentes son: Quillaja saponaria, Azara petiolaris, Nassella chilensis y Retamilla ephedra (Gajardo, 1983).

e) Puya violacea - Colliguaya odorifera

Es una comunidad principalmente arbustiva que se ubica sobre laderas y afloramientos rocosos. La forma de vida característica son las plantas en roseta de la primera especie que, a veces, constituye densas formaciones puras. Pueden integrar esta comunidad Quillaja saponaria, Trevoa trinervis, Lithraea caustica, Satureja gilliesii, Escallonia pulverulenta, Nassella chilensis, Avena barbata, Podanthus mitique, Ephedra andina, Chorizanthe virgata, entre otras (Gajardo, 1983).

f) Otras comunidades

Acacia caven - Lithraea caustica; Persea lingue - Myrceugenella chequen, que corresponde a la comunidad boscosa de mayor desarrollo dentro de la formación, en quebradas húmedas y esteros poco alterados; Puya berteroaana - Adesmia arborea y Chusquea cumingii, en las partes altas de quebradas en condiciones muy favorables (Gajardo, 1983).

C3) Bosque Esclerófilo de La Montaña

Es la continuación de la formación anterior hacia el Sur, donde por un mejoramiento de las condiciones ambientales desciende hacia el llano central, ubicándose solamente en las laderas bajas y en los piedmonts andinos (Gajardo, 1983). De acuerdo con este autor, ha sido probablemente reemplazada en gran parte de su extensión por los cultivos.

Corresponde a una larga faja que tiene su límite Sur en latitud aproximada de 36°46' S, entre San Carlos y Chillán, en la VIII Región. En relación a la clasificación bioclimática de Di Castri (1975) se ubica en las regiones mediterráneas subhúmedas y parte septentrional de la húmeda.

Las comunidades vegetales son propias de ambientes más higrófitos, como es el caso de Persea lingue - Myrceugenella chequen, que corresponde a una comunidad boscosa. En cambio, otra comunidad, Lithraea caustica - Azara integrifolia tiene fisionomía de matorral

alto. Otra comunidad es la formada por Colletia spinosa - Baccharis rhomboidales sobre afloramientos rocosos en laderas de exposición Sur. En el sector Sur de la formación se ubica Colliguaya salicifolia, sobre suelos degradados. Otras comunidades son Acacia caven - Lithraea caustica y Lithraea caustica - Peumus boldus (Gajardo, 1983).

Otras especies que integran estas comunidades son Aristotelia chilensis, Cryptocarya alba, Drimys winteri, Maytenus boaria, Quillaja saponaria, Escallonia pulverulenta, Trevoa trinervis, Acacia caven, Kageneckia oblonga, Colliguaya odorifera, Myrceugenia obtusa, Lomatia hirsuta, Satureja gilliessii, Baccharis linearis, Puya berteroniana y Adesmia arborea (Gajardo, 1983).

C4) Bosque Esclerófilo del Maule

Se desarrolla en las laderas orientales de la Cordillera de la Costa, en cerros de pendiente suave. Se concentra a continuación hacia el sur del Matorral Espinoso de los Lomajes Costeros. Por la parte costera crece desde el lago Rapel hacia el Sur, penetrando hacia el interior en el límite de las Regiones VI y VII, alcanzando, por el secano interior, hasta el río Maule. De acuerdo con ello, se ubica íntegramente en la región mediterránea subhúmeda.

Ha sido muy alterado por los cultivos y por la extracción de leña y carbón. Su fisionomía es irregular, pero la estructura más común es la de matorral arborescente o bosque bajo en los lugares más favorables (Gajardo, 1983).

Las comunidades presentes son Lithraea caustica - Peumus boldus, en laderas medias y exposición Sur; Lithraea caustica - Azara integrifolia, en laderas altas y exposiciones Sur; Jubaea chilensis - Lithraea caustica, muy escasa; Blepharocalyx cruckshanksii - Crinodendron patagua, asociada a cursos de agua; Chusquea cumingii, en las quebradas altas, entre otras (Gajardo, 1983).

C5) Bosque Esclerófilo de los Arenales

Corresponde al límite Sur de distribución de las formaciones esclerófilas y es el resultado de una situación particular de suelos arenosos y pedregosos, con escasa capacidad de retención de agua (Gajardo, 1983).

Se encuentra íntegramente ubicado en la región mediterránea húmeda, VIII Región administrativa, y es la prolongación del Bosque Esclerófilo de la Montaña hacia el SW. El límite Sur corresponde a la latitud de Los Angeles.

La fisionomía es de bosques abiertos con matorrales más o menos densos. La comunidad más característica de esta formación es Quillaja saponaria - Fabiana imbricata, en sectores donde los suelos son menos arenosos y en algunos cerros presentes se desarrolla la comunidad Lithraea caustica - Azara integrifolia.

4.4 Estado de los Ecosistemas de Quillaja saponaria en la Región de Clima Mediterráneo Semiárido

Como se ha observado a través de la descripción general de la vegetación mediterránea de Chile, Quillaja saponaria (quillay) es una de las especies esclerófilas arbóreas más abundantes y de más amplia distribución. En efecto, de 75 sectores analizados en la cátedra de Silvicultura Aplicada, Escuela de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, en 52 de ellos participaba quillay en la composición. Al mismo tiempo, es la que en la actualidad produce los mayores ingresos de divisas por concepto de exportación de corteza. Por otra parte, en condiciones favorables puede alcanzar grandes dimensiones. En el sector de la Ermita, precordillera andina de Santiago se midió un ejemplar de 27 m de altura y 1,41 m de diámetro a 1,30 m de altura (Vita, 1966).

Por las razones señaladas el quillay ha sido una de las especies más estudiadas del bosque esclerófilo. Uno de los últimos trabajos realizados con la especie corresponde a los autores Gallardo y Gastó (1987).

A continuación se entregarán algunos de los resultados de la referida investigación en relación al estado de los ecosistemas de quillay, realizado en la Región Metropolitana y sectores adyacentes de las Regiones V y VI.

Respecto al sistema básico de clasificación de la vegetación nativa de Gajardo (1983) ya analizado, el área de estudio abarca sectores de por lo menos cuatro de las formaciones presentadas por dicho autor, entre los paralelos 33° y 34° S.

El estudio consideró 13 parcelas, 11 stands y observaciones cualitativas adicionales.

En el siguiente Cuadro se entrega un resumen de algunos de los resultados cuantitativos de las parcelas.

CUADRO II-3: Algunos resultados de la descripción por parcelas en ecosistemas de Quillaja saponaria. (Fuente: Gallardo y Gastó, 1987).

| N° Parcela y Ubicación | ESTRUCTURA | H (m) | Forma de masa | | | Densidad quillay | | N° plántulas/ha de quillay |
|------------------------|---|---------|---------------|----|----|-------------------------------------|----------|----------------------------|
| | | | MB | MA | MM | Cobertura copa (m ² /ha) | N° ej/ha | |
| 1) Tilttil | Matorral nanofanerófito denso <u>Baccharis</u> sp. c/estrata microfanerófito de <u>Q. saponaria</u> y <u>A. caven</u> | 3,0-9,6 | X | | | 152 | 3,16 | 0,51 |
| 2) Tilttil | Bosque denso <u>Q. saponaria</u> (mesofanerófito) | 3,0-13 | | X | | 3.043 | 77 | 367 |
| 3) Tilttil | Matorral microfanerófito denso de <u>L. caustica</u> y <u>Q. saponaria</u> con estrata de nanofanerófito | 3-8 | | | X | 306 | 23 | 5,2 |
| 6) Zapata | Matorral microfanerófito de <u>Q. saponaria</u> con estrata nanofanerófito de <u>A. caven</u> | 0,3-12 | X | | | 1.389 | 34 | 24 |
| 7) Zapata | Sabana mesofanerófito de <u>Q. saponaria</u> con estrata nanofanerófito de <u>A. caven</u> y <u>M. hastulata</u> | 9-12 | | | X | 1.016 | 7 | 57 |
| 8) Zapata | Sabana mesofanerófito de <u>Q. saponaria</u> con estrata de terófitas | 14-22 | | X | | 408 | 1,5 | 0 |

| N° Parcela y Ubicación | ESTRUCTURA | H (m) | Forma de masa | | | Densidad quillay | | N° plántulas/ha de quillay |
|------------------------|---|--------------|---------------|----|----|------------------------|--------------|----------------------------|
| | | | MB | MA | MM | Cobertura copa (m2/ha) | N° ej/ha | |
| 9) Zapa ta | Comunidad pluriestratificada: | | | | | | | |
| | - Estrata mesofanerófito de <u>Q. saponaria</u> | 0,5-20 | | X | | 1.340 | 29 | 0 |
| | - Estrata microfanerófito de <u>T. trinervis</u> | 2,4 | | | | | | |
| | - Estrata nanofanerófito de <u>A. caven</u> y otras | 1,6 | | | | | | |
| 10) Lo Prado | Matorral microfanerófito denso <u>T. trinervis</u> . | 2,77 | | | | | | |
| | - Estrata mesofan. de <u>Q. saponaria</u> | 6-19 | | | X | 2.769 | 25 | 2,5 |
| | - Estrata nanofan. de <u>P. mitique</u> | 1,70 | | | | | | |
| 11) Zapa ta | Matorral microfanerófito denso <u>Q. saponaria</u> y <u>M. boaria</u> | 7-9 3,40 | | | X | 1.403 | 192 | 0 |
| | Matorral microfanerófito de <u>A. caven</u> y <u>Proustia pungens</u> | 3,93 1,71 | | | | | 1.320 980 | - |
| 13) Zapa ta | Matorral nanofanerófito denso con <u>C. odorifera</u> y estrata microfan. abierta <u>Q. saponaria</u> | 0,7 5 | | | | 149 | 4,5 | 0 |

MB = Monte bajo

MA = Monte alto

MM = Monte medio

NOTA: No se incluyeron parcelas sin presencia de Quillay.

De las 11 parcelas analizadas una sola corresponde a bosque, dos a sabanas (dehesa, bosque parque) y el resto a matorral o matorral arborescente.

Llama la atención la presencia de regeneración natural por semillas de quillay en seis de las parcelas, situación que no es habitual en la especie.

De acuerdo con Gallardo y Gastó (1987) la distribución de Quillaja saponaria está determinada por condiciones naturales climáticas, geomorfológicas, fisiográficas, edáficas y por condiciones artificiales de intervención antrópica.

Quillaja saponaria se encuentra en estas latitudes en condiciones climáticas de precipitación variada, asociada a diferentes situaciones geomorfológicas. Sobre los 800 mm anuales de precipitación se observa, en general, que está presente preferentemente en laderas de exposición Norte y en suelos de mayor sequedad. En cambio, con 300 mm de precipitación anual, se observa Quillaja saponaria en laderas de exposición Sur y con menos de 250 mm en llanos con aportes hídricos externos. En general, no acepta exceso de agua, no observándose en ambientes hidromórficos. La especie no está presente en suelos lacustres orgánicos y arcillosos, con mal drenaje y a veces, con exceso de salinidad. En los suelos aluviales de la depresión central tampoco se observa Quillaja saponaria, áreas que se caracterizan por alta intervención antrópica. En la Cordillera de Los Andes la especie alcanza hasta 1.700 m de altitud (Gallardo y Gastó, 1987).

Las áreas donde se encuentra generalmente ubicada Quillaja saponaria corresponde al coluvio de la Cordillera de Los Andes y en los suelos graníticos depositacionales y de lomaje y cerros de la Cordillera de la Costa. En esta última, la especie está presente en prácticamente todas las posiciones fisiográficas y en diversos estados de abundancia está mezclada con distintas especies y, generalmente, no predomina. Sólo ocasionalmente existe como bosque denso casi puro (Gallardo y Gastó, 1987).

En ladera de exposición Sur se asocia con Trevoa trinervis, que es la especie dominante. En los conos de deyección se asocia con diferentes especies. En el sector de Lo Prado codomina con Peumus boldus y Lithraea caustica y en otros casos se agrega Acacia caven (Zapata). En los estados ecosistemáticos en que el matorral está más intervenido es frecuente la asociación Quillaja saponaria, Baccharis sp. y Muehlenbeckia hastulata, pudiendo estar presente también Lithraea caustica, Acacia caven y Porlieria chilensis (Gallardo y Gastó, 1987).

En los llanos y lomajes es frecuente encontrar Quillaja saponaria como sabana asociada a Acacia caven y Maytenus boaria (sector Zapata). Las especies Flourensia thurifera y Colliguaya odorifera dominan en ladera de exposición Norte. En estos sectores Quillaja saponaria es poco abundante (Gallardo y Gastó, 1987).

En situaciones de quebradas, en general, poco intervenidas, domina Cryptocarya alba. En el curso superior de la quebrada acompañan a esta especie Peumus boldus y en menor abundancia Quillaja saponaria (Gallardo y Gastó, 1987).

En el litoral costero, hasta los 100 m de altitud, Quillaja saponaria está ausente, salvo en algunos sectores donde ha invadido cuando ha existido remoción de la vegetación original. En dichos ambientes las especies dominantes son Peumus boldus y Schinus latifolius (Gallardo y Gastó, 1987).

En relación a la estrata herbácea acompañante, en la Cordillera de la Costa, la hemicriptófita Nassella chilensis domina en ladera de exposición Norte y conos de deyección. Además se presenta ocasionalmente en la boca de quebradas. El resto está constituido por terófitas (Gallardo y Gastó, 1987).

A diferencia de lo que ocurre en California con el chaparral en Chile, con Cryptocarya alba, Quillaja saponaria, Trevoa trinervis, Lithraea caustica y Colliguaya odorifera, no existen fenómenos de alelopatía siendo muy abundante y diversa la flora herbácea anual (Montenegro, Rivera and Bas, 1978). Lo que se observa, en general, es que las hierbas perennes tienden a ubicarse bajo la copa de los arbustos, en tanto que las anuales lo hacen entre las copas.

Un estudio ecológico a nivel local, realizado en la Quebrada de la Plata, Hacienda Rinconada de Maipú, por Schlegel (1963), analizó en detalle la flora allí presente. El sector es bastante representativo de la región mediterránea semiárida de Chile.

A continuación se presenta un cuadro con una síntesis de los tipos presentes en el lugar.

CUADRO II-4 : Formas biológicas (%) de la Quebrada de la Plata según tipo vegetacional. (Fuente: Schlegel, 1963).

| | F | C | H | G | HH | T |
|-----------------------|------|-----|-----|------|-----|------|
| Matorral ladera Sur | 12,5 | 5,8 | 6,6 | 18,1 | --- | 57,0 |
| Bosque | 17,1 | 7,9 | 7,9 | 10,5 | 0,3 | 55,3 |
| Matorral ladera Norte | 12,5 | 2,2 | 4,5 | 10,5 | --- | 70,5 |

-
- F = Fanerófitas
 - C = Caméfitas
 - H = Hemicriptófitas
 - G = Geófitas
 - HH = Hidrófitas
 - T = Terófitas

Se puede observar que las Terófitas ocupan una posición mucho más importante en el matorral de la ladera Norte, lo que demuestra la influencia de las condiciones más xéricas de dicho ambiente. La disminución de Terófitas bajo el bosque se debe seguramente a la menor luminosidad ocasionada por las Fanerófitas.

En el cuadro II-5 se presenta una comparación con otras localidades de clima mediterráneo.

CUADRO II-5 : Participación (%) de diferentes formas biológicas en Quebrada de la Plata y comparación con otras localidades de clima mediterráneo. (Fuente: Schlegel, 1963).

| | <u>F</u> | <u>C</u> | <u>H</u> | <u>G</u> | <u>HH</u> | <u>T</u> |
|--------------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|
| Quebrada de la Plata | 19,5 | 11 | 11,6 | 10,4 | 0,3 | 47,2 |
| Death Valley, California | 26,0 | 7 | 18,0 | 7,0 | --- | 42,0 |
| Norte de Africa | 9,0 | 14 | 19,0 | 8,0 | --- | 50,0 |

F = Fanerófitas
C = Caméfitas
H = Hemicriptófitas
G = Geófitas
HH = Hidrófitas
T = Terófitas

4.5 Dinámica de la vegetación de los ecosistemas mediterráneos

4.5.1 En el exterior

Cuando se analiza un ecosistema con el propósito de definir los tratamientos silviculturales a aplicar, el funcionamiento es uno de los aspectos que se deben considerar para la toma de decisiones. Por tal motivo, en los puntos que siguen se hará una descripción general de la dinámica de la vegetación en ambientes mediterráneos.

4.5.1.1 Región del Mediterráneo

Según Quezel, Tomaselli y Morandini (1982), la vegetación climax está representada por el bosque que, en la actualidad, se halla intacto en localidades muy dispersas. De acuerdo con estos autores, algunas de las asociaciones climáticas son: Oleo europae - Ceratonia siliqua, en Península Ibérica, Francia, Italia, Malta, Chipre, Grecia y Turquía; Quercus ilex, asociada con otros Quercus, en la mayoría de los países; Q. rotundifolia, en Península Ibérica; Q. alnifolia, en Chipre.

En Turquía se encuentran climax constituido por Pinus brutia con Q. coccifera rara vez desarrollados más allá de la fase de maquia. En el Egeo y Adriático existen asociaciones climax de Q. ilex con Arbutus andrachne en el sotobosque y Q. ilex con Arbutus unedo (Quezel, Tomaselli y Morandini, 1982).

Este autor propone el siguiente modelo de degradación de la vegetación mediterránea.

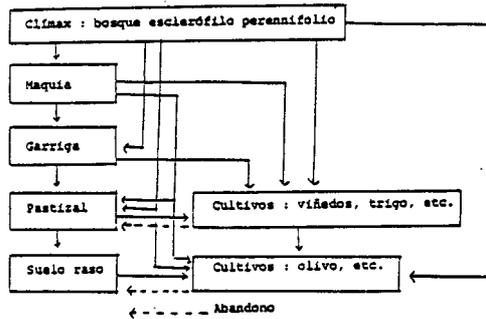


FIGURA II-4: Modelo de degradación de la vegetación del Mediterráneo. (Fuente: Tomaselli, 1982).

Tomaselli (1982) también plantea un modelo de evolución progresiva el cual contempla un bosque paraclimácico de pinos previo al clímax. Los bosques de pinos, favorecidos o introducidos por el hombre, se desarrollan por lo común en la garriga y, por lo tanto, ocupan el lugar de la maquia. Durante cierto tiempo, los pinares se comportan como clímax, debido al mayor crecimiento en relación a las latifoliadas. Si no hay intervención humana, el bosque esclerófilo termina por desplazar a las coníferas, reconstruyéndose así el clímax. En cambio, cuando se produce una intervención humana en favor de los pinos, éstos representan un estado permanente (Clímax falso o paraclímax) (Figura II-15).

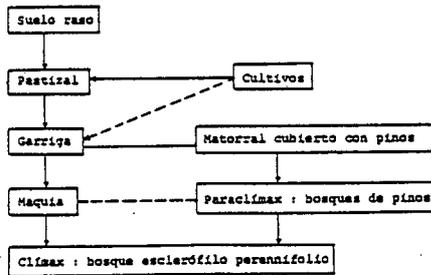


FIGURA II-5: Modelo de posibles vías de evolución progresiva de la vegetación del Mediterráneo. (Fuente: Tomaselli, 1982).

Las fases de matorral (garriga y maquia), como ya se ha indicado, constituyen los estados más frecuentes en la región del Mediterráneo, como consecuencia de la intervención humana.

Le Houérou (1980a) señaló que las garrigas de Quercus coccifera se encuentran en equilibrio desde hace siglos con las prácticas de fuegos pastorales repetidos. No obstante, cuando los fuegos son demasiado frecuentes (menos de 4-6 años) termina por desaparecer dando paso a un pastizal.

La regeneración de esta especie es por rebrote de órganos aéreos o a partir del sistema radicular. Rara vez se encuentran plántulas, lo que parece indicar que la especie se propaga principalmente por vía vegetativa, estimulada por el fuego (Le Houérou, 1980a).

En cuanto a velocidad en la sucesión progresiva, Boudy (1952) señala que la maquia requiere, en Africa del Norte, 70-80 años para volver a bosques originales.

4.5.1.2 California

A diferencia de otros ecosistemas mediterráneos, el chaparral ha sido muy poco intervenido por el hombre. En cambio, el principal elemento que produce fuertes alteraciones en la vegetación es el fuego.

Después de ocurrido un incendio en el chaparral, se produce regeneración natural por semillas durante los cinco a diez primeros años, cesando la aparición de nuevos brinzales luego de dicho período de regeneración. Ello trae como consecuencia el establecimiento de una estructura de tipo regular, a diferencia de la formación costera de arbustos de salvia en que la regeneración es continua produciendo estructuras de edades irregulares (Westman, 1982).

En el chaparral, a partir de los 20 años comienza la fase de envejecimiento, de tal manera que a los 30 años, la mitad de la biomasa aérea ya está seca (Tyrrel, 1982). En cambio, en la formación costera arbustiva de salvia, los individuos más viejos no exceden de 35 años y por lo tanto no se produce sobremadurez (Westman, 1982).

La producción de regeneración por semillas del chaparral sólo en los primeros años luego de un incendio se puede explicar por las siguientes razones: requerimientos de escarificación por el fuego de las semillas, deficiencias de nutrientes después de algunos años de ocurrido el incendio, posibilidad de alelopatía (Westman, 1982).

En cuanto a la vegetación herbácea del chaparral, después de un incendio, las cenizas provenientes de la madera carbonizada, estimula significativamente la germinación de hierbas anuales y perennes (Keeley and Keeley, 1982).

4.5.2 En Chile

En los puntos que siguen se expondrán ejemplos de algunas situaciones sobre las cuales se disponen de antecedentes.

4.5.2.1 Pampa del Tamarugal

En la región del Desierto se han realizado algunas observaciones en relación a la dinámica regenerativa de Prosopis tamarugo (Acevedo y Pastenes, 1983). De acuerdo con dichas observaciones la regeneración natural por semillas se produce cuando ocurren inundaciones de la Pampa del Tamarugal provocadas por avenidas provenientes de los Andes. Estas inundaciones son poco frecuentes -cada 30 a 40 años-. Sin embargo, cuando ocurren, el agua puede permanecer apoyada en superficie por un período de un mes o más, permitiendo su infiltración a grandes profundidades (Acevedo y Pastenes, 1983).

En los alrededores de La Tirana se observaron plántulas de Prosopis chilensis creciendo en sectores que habían sido inundados. Según Acevedo y Pastenes (1983), el nivel freático de esta zona es de aproximadamente 14 m de profundidad y es posible que el agua haya infiltrado produciendo una continuidad del líquido entre el nivel freático y la superficie. Además, el suelo no tenía la costra salina superficial.

En otros sectores en que las plántulas no prosperaron es posible que no haya logrado producirse el continuo líquido con el nivel freático y las raíces hayan agotado el agua del suelo sin llegar al agua subterránea (Acevedo y Pastenes, 1983).

De acuerdo con lo anterior, posiblemente las poblaciones naturales de Prosopis presenten estructuras de edad coetáneas, asociadas con la frecuencia de las inundaciones.

4.5.2.2 Llaretales

En la región de las Estepas Alto-Andinas, Consigny (1971) realizó un estudio en llareta (Azorella compacta). De acuerdo a sus observaciones, la especie presenta regeneración natural por semillas. Según este autor, probablemente las semillas necesitan de la protección de las rocas como protección contra el fuerte calor imperante en el día y el frío nocturno para germinar. Por esta razón, la especie habita en laderas rocosas.

4.5.2.3 Sector Huentelauquén - Combarbalá

En la región mediterránea árida, Gastó y Contreras (1979) realizaron un estudio con el propósito de analizar el estado actual de los ecosistemas, determinar el proceso de desertificación y plantear hipótesis de inversión del proceso.

El estudio se realizó en un transecto entre Huentelauquén y Combarbalá (IV Región), área que incluye las formaciones de Matorrales Esteparios con Bosquecillos Ocasionales y Matorrales Esteparios del Interior de Coquimbo, según la clasificación de Gajardo (1983).

Gastó y Contreras (1979) determinaron diez unidades de paisaje, algunas de las cuales se describen a continuación, desde el océano hacia el interior.

a) Dunas litorales

Están situadas al Norte de la desembocadura del río Choapa. En los lugares más expuestos al viento la presencia de Ambrosia chamissonis, Carpobrotus chilensis (doca) y otras, producen la disminución del viento y, por lo tanto, las partículas de arena que éste transporta son depositados en esos lugares. Se produce un levantamiento de la arena en el sector ocupado por las plantas, hasta un momento en el cual, por la aridificación del sustrato, se produce la muerte de las plantas y el montículo empieza a destruirse y las partículas de arena a trasladarse hacia el interior (Gastó y Contreras, 1979).

En los lugares protegidos de la duna se produce una colonización predominantemente de Baccharis concava y Muehlenbeckia hastulata. Al continuar el proceso de estabilización y mejoramiento de las condiciones de la duna otras especies empiezan a invadir, tales como Azara celastrina, Lithraea caustica, Colletia spinosa, Nassella spp. y otras. Al continuar el proceso de envejecimiento de la duna, las especies leñosas empiezan a disminuir debido a la competencia de las hemicriptófitas. Según (Gastó y Contreras, 1979) en la etapa clímax de la fitocenosis está constituida solamente por gramíneas perennes. La evolución se puede acelerar artificialmente mediante la plantación de una gramínea perenne exótica, la Ammophylla arenaria (Gastó y Contreras, 1979).

b) Terrazas litorales

Las terrazas litorales de Huentelauquén corresponden a las áreas más deterioradas de ambientes similares en la IV Región, aunque esta situación se ha ido invirtiendo por la plantación de arbustos forrajeros.

Los sectores abandonados luego de su destrucción por cultivos son invadidos, al transcurrir un período prolongado, por cactáceas columnares (Trichocereus chilensis) que, en la actualidad, constituyen la estrata dominante de la vegetación en el área, con una densidad muy baja, generalmente, no sobrepasando 10-50 ejemplares por hectárea (Gastó y Contreras, 1979).

Las estratas de arbustos contienen poblaciones raras de Cassia coquimbensis, C. acuta, Bahia ambrosioides, Chorizante sp., Nolana sp. y otras. Entre las hemicriptófitas se encuentran ejemplares aislados de los géneros Nassella, Piptochaetium, Dichondra, Trifolium y otras (Gastó y Contreras, 1979).

Según Gastó y Contreras (1979) el clímax correspondiente a la terraza litoral es el de la fitocenosis monoestratificada de gramíneas perennes, dominada por especies de los géneros Hordeum, Nassella, Piptochaetium y otros.

Al producirse degradación y reducirse la biomasa de la hemicriptófitas se produce la invasión de especies leñosas, como Baccharis concava, Azara celsastrina, Maytenus boaria, Lithraea caustica y otras (Gastó y Contreras, 1979).

c) Vertiente occidental de los cerros litorales

Se pueden distinguir 3 sectores:

c1) Piedmont con dominancia de Bahia ambrosioides, la cual le da al paisaje el matiz negruzco que la caracteriza. Además, está Baccharis concava en los ambientes más favorables y Puya chilensis, en exposición N. Además, en la estrata de nanofanerófitas se presentan poblaciones de Adesmia microphylla, Fuchsia lycioides, Cassia coquimbensis y Muehlenbeckia hastulata. Además, hay terófitas, como Erodium cicutarium, Plantago tumida, entre otras y una estrata de microfanerófitas con ejemplares ocasionales de Schinus latifolius y Lithraea caustica (Gastó y Contreras, 1979).

Según Gastó y Contreras (1979) el clímax de este sector corresponde al de pastizal de hemicriptófitas, similar al de la terraza litoral.

c2) Parte intermedia de ladera, caracterizada por presentar mayor densidad de nanofanerófitas. Se introducen en esta estrata Gochnatia fascicularis, Myrceugenia obtusa, M. correaefolia, Escallonia pulverulenta, Eupatorium salvia, Podanthus mitique y Oxalis gigantea. Las hemicriptófitas, especialmente Nassella pungens, aumentan en importancia (Gastó y Contreras, 1979).

El clímax de este sector corresponde al de una comunidad biestratificada de gramíneas perennes y arbustos, donde predominan Gochnatia fascicularis, Bahia ambrosioides, Baccharis concava, Myrceugenia obtusa y Fuchsia lycioides (Gastó y Contreras, 1979).

c3) En la parte superior de la ladera debido a la mayor precipitación efectiva comienza a dominar la estrata de microfanerófitas. Las gramíneas perennes y especialmente, las anuales disminuyen en importancia.

El clímax de este sector corresponde a un bosque bajo compuesto principalmente por Azara celastrina, Myrceugenia corraefolia y Schinus latifolius, en una estrata de mayor densidad que en la actualidad, en tanto que disminuye la estrata arbustiva y herbácea (Gastó y Contreras, 1979).

d) Vertiente oriental de los cerros litorales

Presenta en la actualidad un mosaico de situaciones de acuerdo a la intensidad de utilización por el hombre, a su posición fisiográfica y al tiempo transcurrido desde la intervención antropogénica.

En los sectores de exposición E, no cultivados con anterioridad, se presenta un matorral donde predominan dos estratas. La estrata superior es rala, dominada por Azara celastrina y Fuchsia lycioides y la inferior, está dominada por Oxalis gigantea, con poblaciones intercaladas de Eupatorium salvia, Adesmia microphylla, Baccharis concava, Cassia coquimbensis, Podanthus mitique, Bahia ambrosioides y Carica chilensis. Además, se encuentran poblaciones ralas de Puya chilensis, Trichocereus chilensis y Lobelia polyphylla (Gastó y Contreras, 1979).

En las exposiciones Norte la vegetación inalterada es similar, pero con mayor participación de las suculentas (Gastó y Contreras, 1979).

Los sectores de cultivo abandonados hace 10-25 años, tienen aún baja densidad de vegetación, donde predominan Muehlenbeckia hastulata, Baccharis concava y Heliotropium stenophyllum. Además, se encuentra regeneración natural de Bahia ambrosioides. Otras especies invasoras son Atriplex semibaccata y A. repanda, entre otras (Gastó y Contreras, 1979).

Los sectores abandonados con anterioridad, 40-50 años, presentan una dominancia de Bahia ambrosioides y Gutierrezia paniculata (Gastó y Contreras, 1979).

La vegetación climácica del sector se aproxima a la vegetación actual descrita. Sólo difiere de la actual en la proporción en que se encuentran algunas de las poblaciones, especialmente aquellas de mayor valor como combustible o las muy palatables (Gastó y Contreras, 1979).

e) Lomajes graníticos occidentales

La alta vulnerabilidad del suelo a la acción erosiva ha hecho a los pobladores abandonar un alto porcentaje de las tierras por improductivas (Gastó y Contreras, 1979).

En la actualidad, las especies más frecuentes son Baccharis linearis, Muehlenbeckia hastulata, Bahia ambrosioides, Gutierrezia paniculata,

Haplopappus foliosus, Cassia closiana, Adesmia microphylla, Flourensia thurifera y Fuchsia lycioides, todas las cuales, excepto la última, son indicadoras de las etapas pioneras de las sucesiones secundarias (Gastó y Contreras, 1979).

f) Llanos occidentales

Corresponden a hondonadas rodeadas de cerros, pero que aún reciben influencia oceánica. La comunidad dominante en la actualidad corresponde al bosque discontinuo de Schinus latifolius, Baccharis linearis y Schinus polygamus. La fisionomía corresponde a un mosaico de grupos arbóreo-arbustivos entremezclados con claros dominados por hierbas perennes y anuales.

Otras especies comunes son Quillaja saponaria, Maytenus boaria, Azara celastrina, Acacia caven, Gutierrezia paniculata, Solanum tomatillo, Nassella spp. y Melica sp.

La etapa climácica corresponde al pastizal de especies perennes de los géneros Nassella, Piptochaetium y Hordeum.

En los sectores con mayor aporte hídrico, parte inferior de quebradas y laderas, la etapa climácica correspondería a bosques puros de Quillaja saponaria y Cryptocarya alba (Gastó y Contreras, 1979).

g) Llano interior

Se diferencia del llano occidental por la mayor lejanía del océano, extremos térmicos más pronunciados y la menor humedad relativa del aire.

En la actualidad existen tres comunidades diferentes: el matorral de Acacia caven, en sectores de suelos profundos; los planos de Gutierrezia paniculata, en ambientes edáficos más desfavorables y los planos de Flourensia thurifera - Trichocereus chilensis en áreas con mayor pedregosidad. La cubierta vegetal original correspondería a una pradera dominada por gramíneas perennes de los géneros Nassella, Stipa, Piptochaetium y Hordeum (Gastó y Contreras, 1979).

h) Valles y quebradas

Corresponden a zonas de alta disponibilidad hídrica. En la actualidad existen comunidades de Colliguaya odorifera y Trevoa quinquinervis; Flourensia thurifera y Trichocereus chilensis. Además, existen algunos ejemplares aislados de Schinus polygamus. Sin embargo, la más característica es la de Prosopis chilensis y Acacia caven, con una estrata de Cestrum parqui y Schinus polygamus y una estrata herbácea de anuales (Erodium cicutarium, Plantago tumida) y perennes (Dichondra repens). En otros sectores hay Lithraea caustica, Adesmia microphylla, Atriplex repanda y, ocasionalmente, Quillaja saponaria (Gastó y Contreras, 1979).

El estado climácico correspondería al estado actual del ecosistema, pero con mayor participación de especies arbóreas, llegando a constituir bosque de Quillaja saponaria y Lithraea caustica y Q. saponaria y Cryptocarya alba en los ambientes más favorables.

i) Serranía interior

Corresponden a sectores de mayor pendiente y altitud. En los sectores rocosos superiores la comunidad característica está dominada por Colliguaya odorifera y Puya berteroniana. Además, se encuentra Adesmia microphylla, Erodium cicutarium, Stipa plumosa y Nassella sp. (Gastó y Contreras, 1979).

Más abajo predomina Flourensia thurifera y Gutierrezia paniculata, con algunos ejemplares aislados de Trichocereus coquimbensis. Además, existen hierbas anuales y perennes, como Dichondra repens (Gastó y Contreras, 1979).

La primera comunidad señalada representa un estado cercano al clímax, con la diferencia que en este estado era mayor la participación de gramíneas perennes de los géneros Stipa y Nassella, las cuales han ido desapareciendo por efecto del pastoreo, principalmente caprino. La palatabilidad de las nanofanerófitas dominantes es baja, por lo cual, el efecto depresivo del ganado no es considerable (Gastó y Contreras, 1979).

El ecosistema de la parte más baja difiere de la situación climácica. Los elementos que presentan la mayor diferencia son la población de Flourensia thurifera que originalmente estaba representada por ejemplares de mayor tamaño y vigor. La estrata de Gutierrezia paniculata originalmente estaba ausente y el espacio ocupado en la actualidad por esta población, era el que correspondía a las gramíneas perennes, estrata que tenía mayor participación que la actual (Gastó y Contreras, 1979).

En la parte más baja y transicional al espinal, en áreas de fácil acceso para el ganado, actualmente domina la especie arbustiva baja Chuquiraga acicularia, en su etapa climácica correspondía a un pastizal de gramíneas perennes, donde los elementos leñosos estaban ausentes y la estrata de gramíneas anuales era de escasa importancia (Gastó y Contreras, 1979).

4.5.2.4 Fitodinámica post-cultivo en el sector de Canela Baja

El estudio se realizó en parte del transecto descrito en el punto anterior, en las comunidades agrícolas de Yerba Loca, Carquindaño y El Almendro, ubicados alrededor del sector definido por la latitud 31°30' S. y la longitud 71°30'. Corresponde a las unidades de paisaje de lomajes graníticos occidentales. El objetivo del estudio fue evaluar la eventual recuperación de la vegetación después del abandono del cultivo en las condiciones actuales de intensa explotación (Gozo, 1986).

Los resultados del estudio indican que la dinámica de la vegetación post-cultural se caracteriza por presentar, hasta los 15 años de abandono, un estado homogéneo en las diversas condiciones topográficas estudiadas. En esta etapa predominan especies terófitas, especialmente Erodium cicutarium y la nanofanerófita Muehlenbeckia hastulata (Gozo, 1986).

Después de los 15 años, empiezan a influir las características del medio en la sucesión. En los sectores con pendientes inferiores a 15%, después de 50 años de abandono se presentan solamente especies pioneras. En cambio, los sitios de pendiente superior, presentan, a los 30 años de abandono especies de estados más maduros, como Adesmia microphylla, en exposición Sur y Gutierrezia resinosa, Bahia ambrosioides y Flourensia thurifera en exposición Norte (Gozo, 1986).

La presencia de arbustos semilleros es un factor que condiciona fuertemente la evolución y dinámica de la vegetación.

En los sitios más favorables - exposición Sur y pendiente superior a 15% (menor intervención antrópica) - presentan la mayor velocidad de cicatrización, volviendo al estado anterior al desmonte al cabo de aproximadamente 20 años (Gozo, 1986).

4.5.2.5 Dinámica de la vegetación en el sector costero de la región mediterránea árida.

El estudio se realizó en el mismo transecto de 8 km de ancho que Del Pedregal (1983) describió el estado actual de la vegetación, es decir, desde un poco más al Sur de Coquimbo, hasta Los Vilos, tomando como eje la Carretera Panamericana y tuvo como objetivo general la determinación de las diferentes etapas y mecanismos de la dinámica de la vegetación (Rosenmann, 1983).

Entre sus conclusiones se señala que las condiciones climáticas y edáficas imperantes permiten el desarrollo de especies arbóreas potencialmente climáticas, las cuales en la actualidad se encuentran en forma relictual (Rosenmann, 1983).

La mayor parte de las formaciones vegetales del sector se encuentran en estados regresivos y muy alejados del clímax propuesto.

La zona montañosa presenta expectativas sucesionalmente mejores que la zona de terrazas o llanos.

Las especies climáticas determinadas, en orden de mayor a menor son las siguientes: Cordia decandra, Lithraea caustica, Azara celsastrina, Peumus boldus, Schinus latifolius, Maytenus boaria, Cryptocarya alba, Aextoxicon punctatum y Drimys winteri. Además, se consideran Fuchsia lycioides y Acacia caven.

A continuación se indican las especies climáticas según los diferentes sectores del transecto, de Norte a Sur:

- A) Cerros de Guanaqueros (30°02' a 30°15' S.)
- a) Azara celastrina
 - b) Cordia decandra
 - c) Peumus boldus, en exposiciones bien húmedas
- B) Terrazas de Guanaqueros (30°05' a 30°12' S.)
- a) Lithraea caustica
- C) Cordón Colorado
- a) Azara celastrina
 - b) Cordia decandra
 - c) Peumus boldus
 - d) Lithraea caustica
- D) Terrazas secas (30°12' a 30°50' S.) (El Tangué al Limarí)
- a) Lithraea caustica
 - b) Azara celastrina y Cordia decandra, sólo en las inmediaciones del río Limarí.
- E) Laderas occidentales de Talinay (30°50' a 31°0' S.)
- E1) Sector de tarrazas: a) Azara celastrina
b) Peumus boldus y Lithraea caustica, en laderas de quebradas
- E2) Sector montañoso : a) Azara celastrina
b) Peumus boldus
c) Cryptocarya alba
d) Lithraea caustica, en exposiciones N.
- F) Mantos de Hornillo (31°00' a 31°20' S.)
- Las mismas especies anteriores, pero con menor superficie de Azara celastrina.
- G) Puerto Oscuro (31°20' a 31°35' S.)
- a) Azara celastrina
 - b) Peumus boldus, especialmente en los cerros
- H) Terrazas de Huentelauquén (31°35' a 31°40' S.)
- a) Azara celastrina
 - b) Peumus boldus, cerca del río Choapa

I) Cerros de Chigualoco (31°38' a 31°50' S.)

- a) Peumus boldus
- b) Cryptocarya alba

J) Terrazas de Chigualoco (31°40' al Sur)

- a) Azara celastrina

La especie Schinus latifolius estaría en un lugar intermedio entre Huentelauquén y Los Vilos; Aextoxicon punctatum y Drimys winteri en Talinay; Fuchsia lycioides, preferentemente entre Mantos de Hornillo y Canela Baja y Acacia caven, en ciertos sectores, al Sur de Tongoy (Rosenmann, 1983).

Fuchsia lycioides es importante porque se ubica en posición superior en varias de las series de vegetación propuestas, en tanto que Acacia caven forma disclímax o clímax antropogénico.

A continuación se entregan algunos aspectos de las series de vegetación propuestas por Rosenmann (1983).

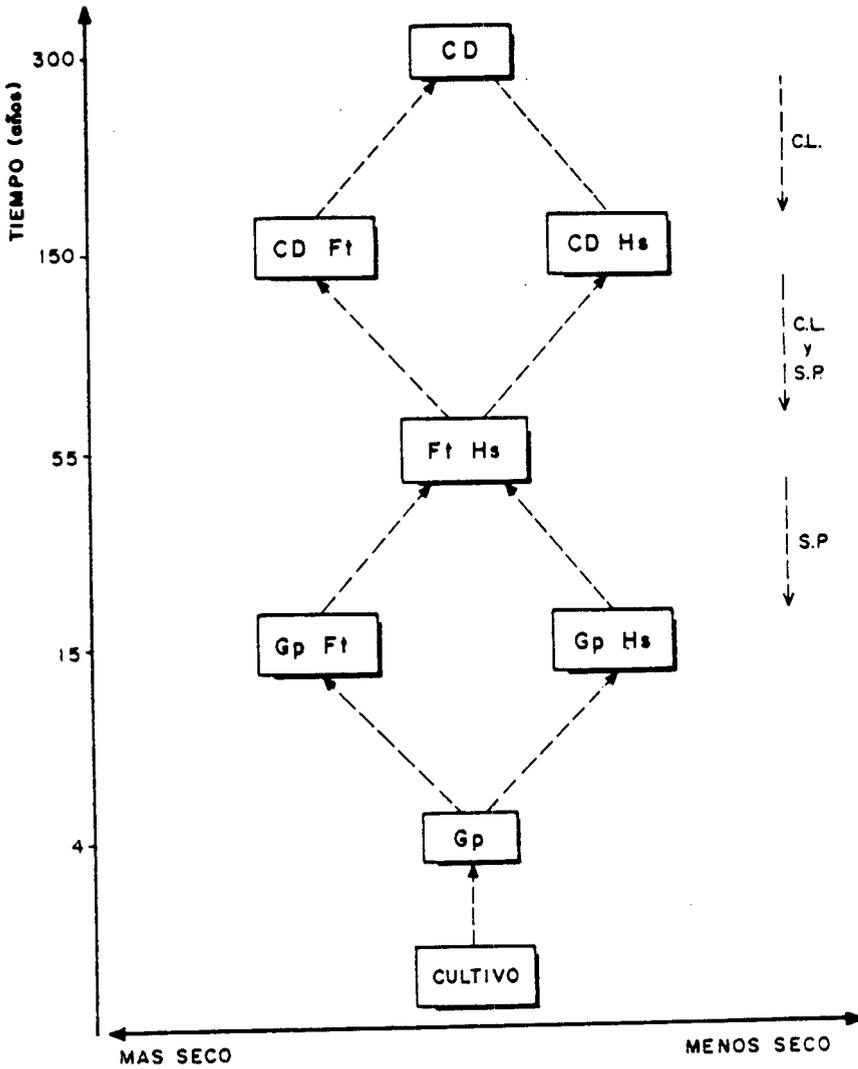


FIGURA II-6: Serie Cordia decandra. (Fuente: Rosenmann, 1983).

CD = *Cordia decandra*
Ft = *Flourensia thurifera*
Hs = *Heliotropium stenophyllum*
Gp = *Gutierrezia resinosa*

C.L. = Cosecha de leña
S.P. = Sobrepastoreo

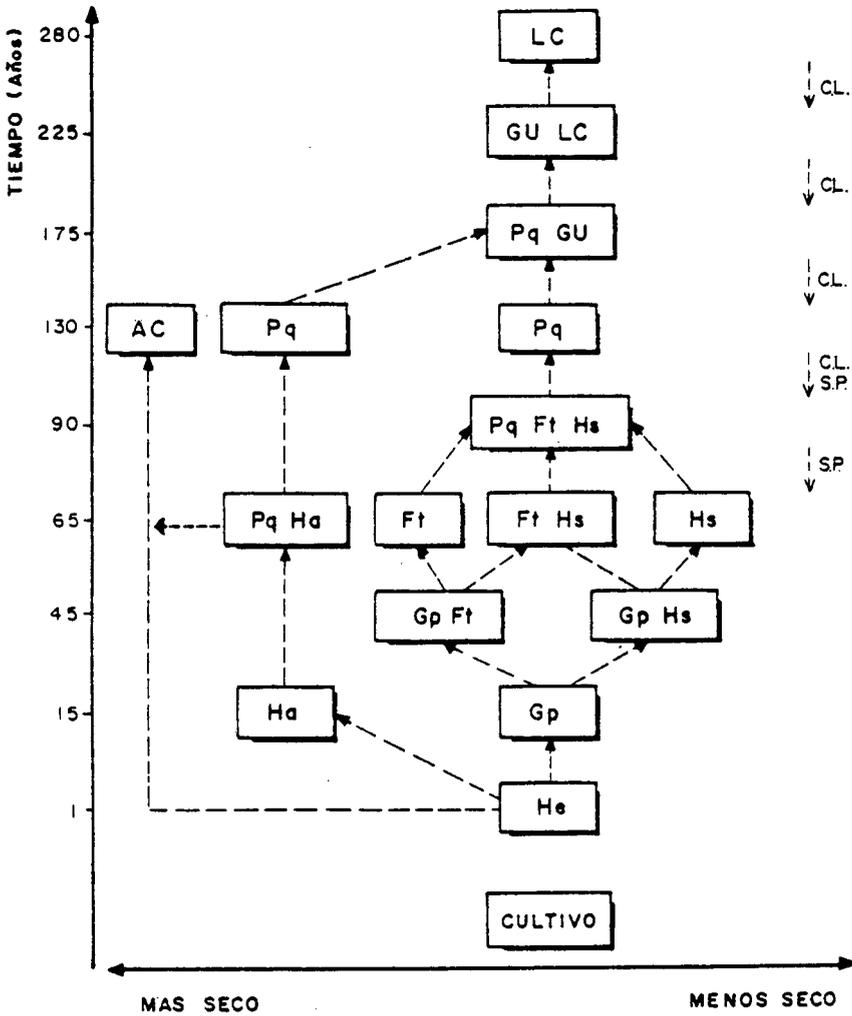


FIGURA II-7: Serie *Lithraea caustica*. (Fuente: Rosenmann, 1983).

- LC = *Lithraea caustica*
- GU = *Porlieria chilensis*
- Pq = *Proustia cuneifolia*
- Ft = *Flourensia thurifera*
- Hs = *Heliotropium stenophyllum*
- Gp = *Gutierrezia resinosa*
- Ha = *Haplopappus angustifolius*
- He = Herbáceas

- C.L. = Cosecha de leña
- S.P. = Sobrepastoreo

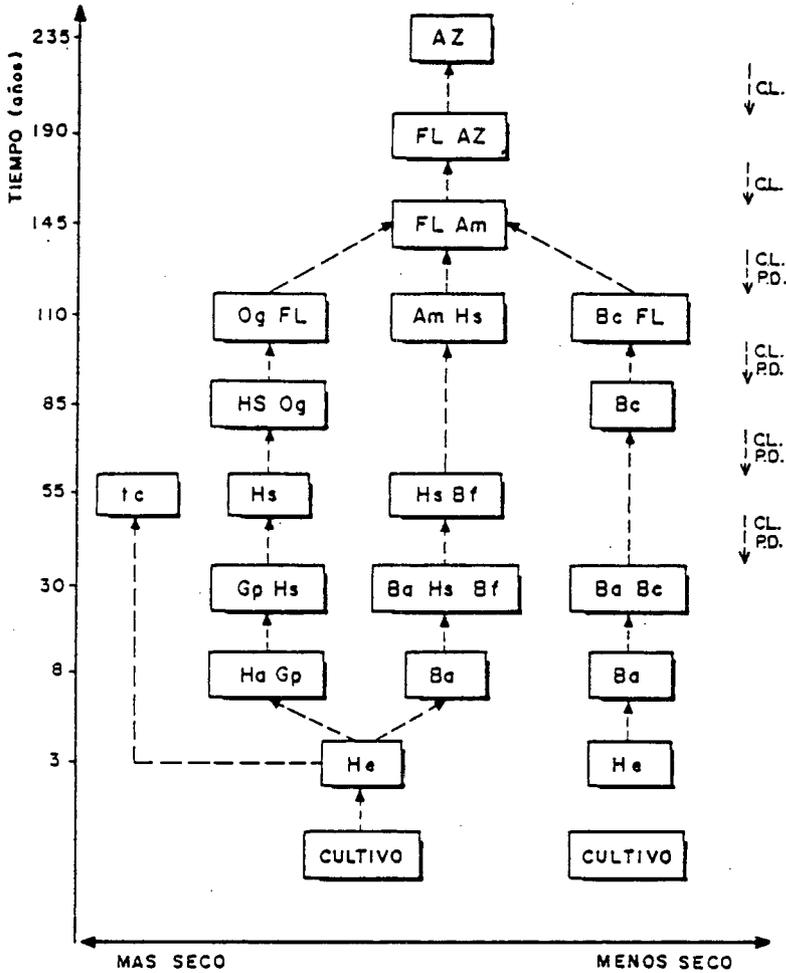


FIGURA II-8: Serie Azara celastrina. (Fuente: Rosenmann, 1983).

- AZ = Azara celastrina
- FL = Flourensia thurifera
- Am = Adesmia microphylla
- Og = Oxalis gigantea
- Hs = Heliotropium stenophyllum
- Bc = Baccharis concava
- Bf = Baccharis floribunda
- Gp = Gutierrezia paniculata
- Ba = Bahía ambrosioides
- He = Herbáceas
- tc = Trichocereus chilensis

- C.L. = Cosecha de leña
- P.D. = Pastoreo débil

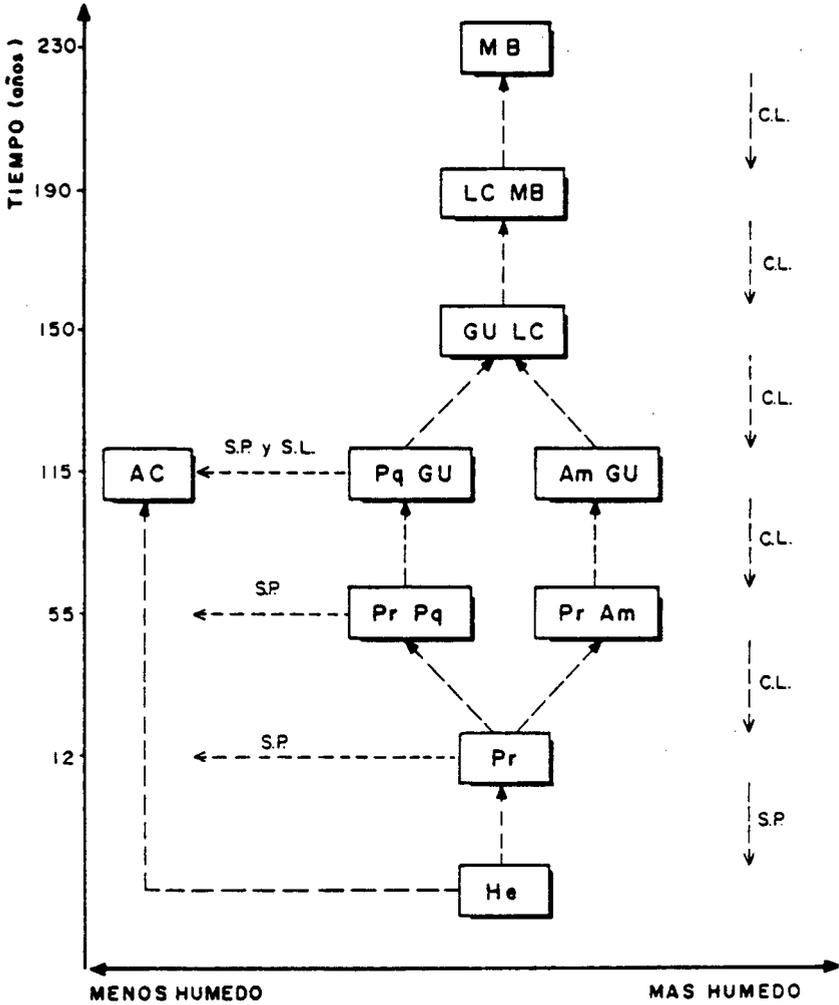


FIGURA II-9: Serie Maytenus boaria. (Fuente: Rosenmann, 1983).

- MB = *Maytenus boaria*
- LC = *Lithraea caustica*
- GU = *Porlieria chilensis*
- AC = *Acacia caven*
- Pq = *Proustia cuneifolia*
- Am = *Adesmia microphylla*
- Pr = *Pleocarpus revolutus*
- He = *Herbáceas*

- C.L. = Corta de leña
- S.P. = Sobrepastoreo

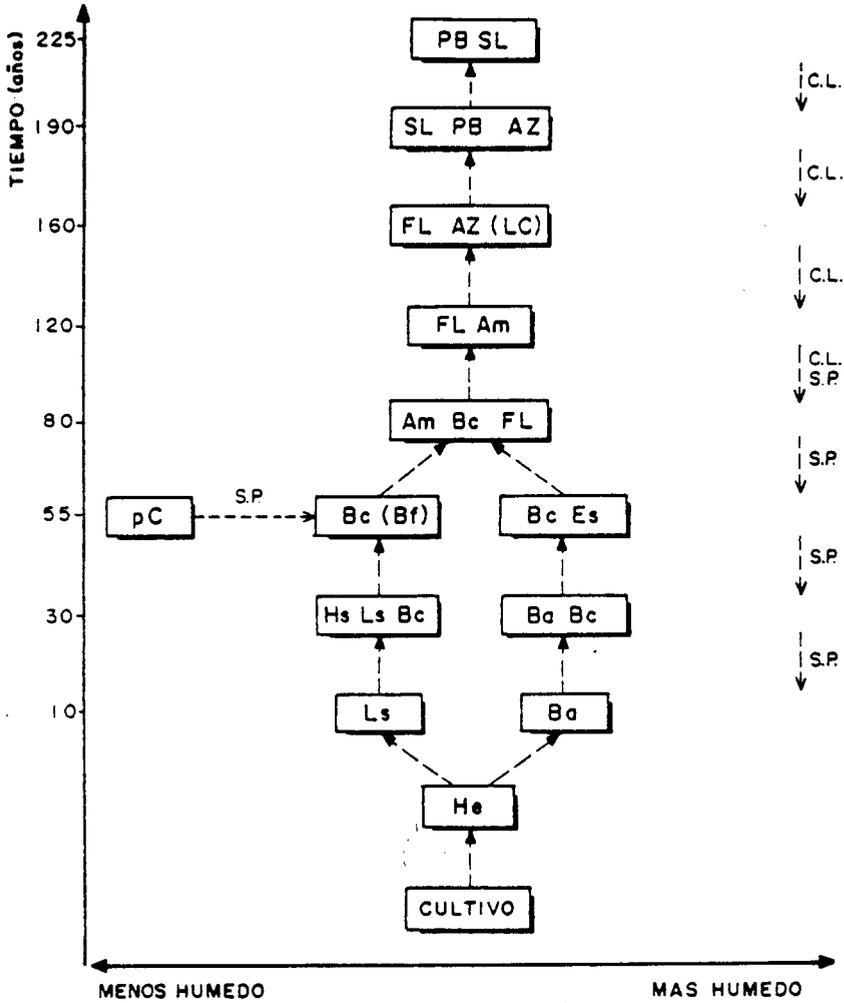


FIGURA II-10: Serie Peumus Boldus. (Fuente: Rosenmann, 1983)

- PB = Peumus boldus
- SL = Schinus latifolius
- AZ = Azara celastrina
- LC = Lithraea caustica
- FL = Fuchsia lycioides
- Am = Adesmia microphylla
- Bc = Baccharis concava
- Bf = Baccharis floribunda
- Hs = Heliotropium stenophyllum
- Ls = Lepechinia salviae
- He = Herbáceas

- C.L. = Corta de leña
- S.P. = Sobrepastoreo

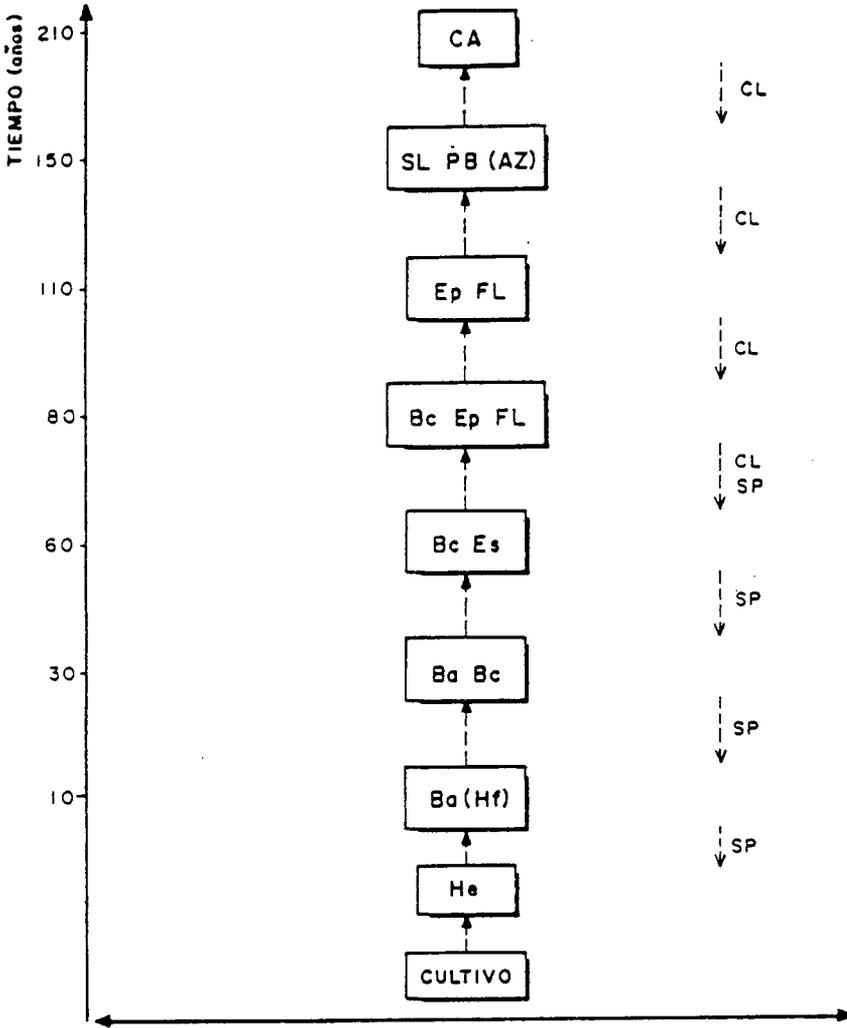


FIGURA II-11: Serie *Cryptocarya alba*. (Fuente: Rosenmann, 1983).

- CA = *Cryptocarya alba*
- SL = *Schinus latifolius*
- PB = *Peumus boldus*
- AZ = *Azara celastrina*
- Ep = *Escallonia pulverulenta*
- FL = *Fuchsia lycioides*
- Bc = *Baccharis concava*
- Es = *Eupatorium salvia*
- Ba = *Bahia ambrosioides*
- Hf = *Haplopappus foliosus*
- He = Herbáceas

- C.L. = Cosecha de leña
- S.P. = Sobrepastoreo

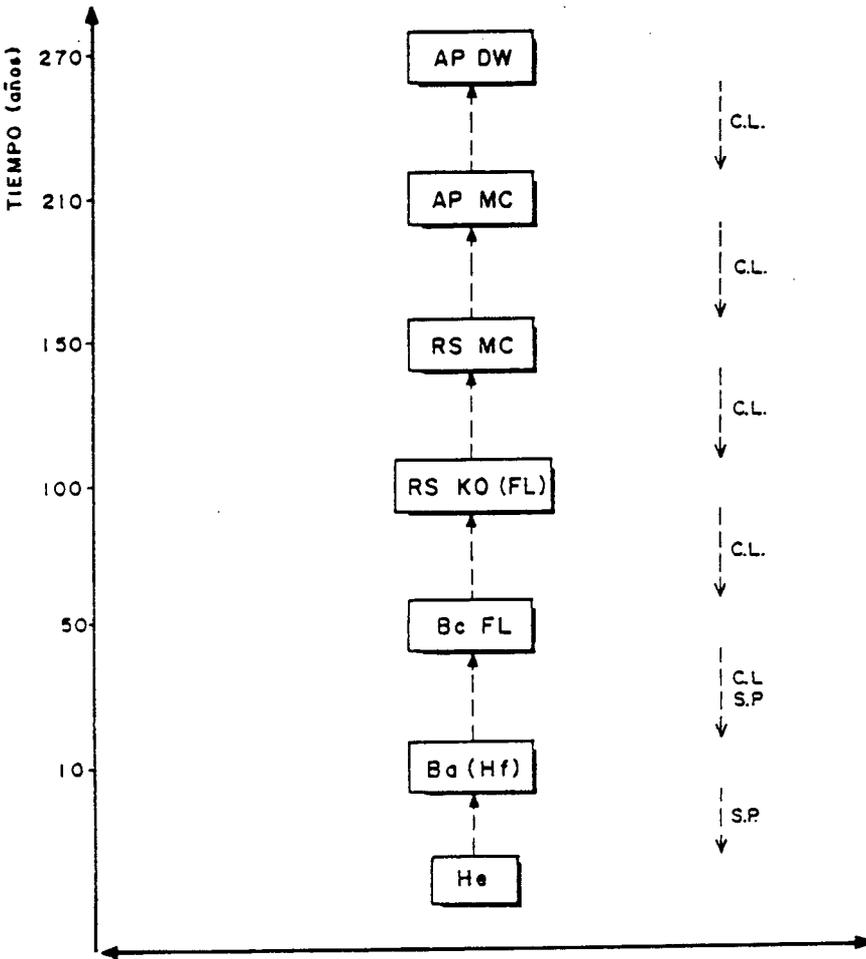


FIGURA II-12: Serie Aextoxicon punctatum. (Fuente: Rosenmann, 1983).

- AP = Aextoxicon punctatum
- DW = Drimys winteri
- MC = Myrceugenia correaefolia
- RS = Raphithamnus spinosus
- KO = Kageneckia oblonga
- FL = Fuchsia lycioides
- Bc = Baccharis concava
- Hf = Haplopappus foliosus
- He = Herbáceas

- C.L. = Cosecha de leña
- S.P. = Sobrepastoreo

4.5.2.6 Dinámica en sector interior de la región mediterránea árida

Al Sur de la ciudad de Illapel, en un sector de serranías interiores bajas, ubicado entre los valles transversales de los ríos Illapel y Choapa, en el área denominada Tunquén, se realizó un estudio con el propósito de analizar el estado actual de los recursos renovables, determinar su potencial y proponer planes de acción (Etienne, Caviedes y Prado, 1983).

El área corresponde a los Matorrales Espinosos de las Serranías Transversales (Gajardo, 1983). La precipitación anual varía entre 200 y 250 mm.

En los ambientes más xéricos (exposiciones E y N) entre 300 y 1.000 m de altitud predominan las comunidades de Lithraea caustica; en exposiciones E, SE y SO, entre 500 y 1.000 m de altitud están presente las comunidades mixtas de Lithraea caustica y Quillaja saponaria. En las mismas exposiciones, pero a mayor altitud (hasta 1.900 m.s.n.m.) la comunidad es de Quillaja saponaria. En las cajas de ríos está Maytenus boaria (Etienne, Caviedes y Prado, 1983).

Las asociaciones anteriores son muy escasas en el área de estudio, tratándose más bien de una vegetación potencial. El tipo vegetacional más difundido en la zona es el matorral medio y bajo, constituyendo el 84% del área. Las asociaciones más frecuentes son las que contienen Flourensia thurifera como primera dominante, abarcando cerca de la mitad del área de estudio (Etienne, Caviedes y Prado, 1983).

Entre los tipos que integra esta especie está F. thurifera - Trichocereus coquimbanus, en laderas asoleadas. En sectores igualmente asoleados, pero con influencia de la neblina costera F. thurifera se asocia con Bahia ambrosioides. Colliguaya odorifera y Gutierrezia resinosa son dos especies que forman comunidades representativas del área, tanto en formaciones monoespecíficas, como asociadas con F. thurifera (Etienne, Caviedes y Prado, 1983).

La especie herbácea más difundida es Erodium cicutarium. Respecto a la vegetación arbórea potencial, solamente se encuentra presente una comunidad de Colliguaya odorifera - Quillaja saponaria y una población rala de esta especie con cobertura inferior a 10% (Etienne, Caviedes y Prado, 1983).

En la siguiente figura se entrega una síntesis del análisis de secuencias de la vegetación.

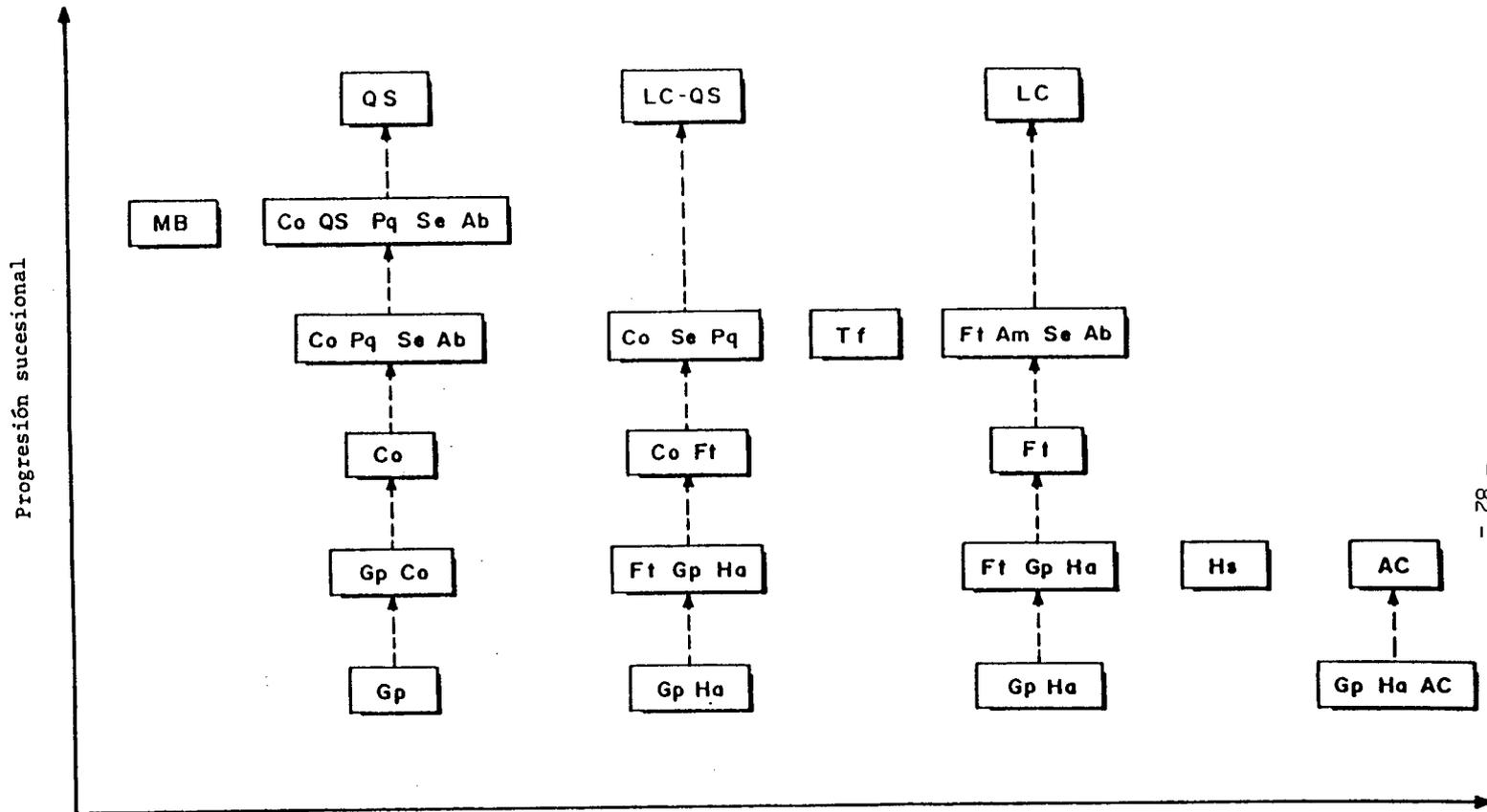


FIGURA II-13 : Secuencias de vegetación en área de Tunquén. (Fuente: Etienne, Caviedes y Prado, 1983)

QS = Quillaja saponaria
 LC = Lithraea caustica
 MB = Maytenus boaria
 AC = Acacia caven

Co = Colliguaya odorifera
 Pq = Proustia cuneifolia
 Se = Senecio benaventianus
 Am = Adesmia microphylla

Ab = Adesmia bedwelli
 Tf = Trevoa trinervis
 Ft = Flourensia thurifera
 Gp = Gutierrezia resinosa
 Ha = Haplopappus pulchellus

4.5.2.7 Estepa de Acacia caven en la región mediterránea semiárida

En el sector bajo de la Hacienda Rinconada de Maipú, Región Metropolitana, Olivares y Gastó (1971) realizaron un estudio, uno de cuyos aspectos fue el análisis de las sucesiones vegetales secundarias bajo condiciones alteradas de eliminación antropogénica de caméfitas y fanerófitas.

En la Figura II-14, se entrega una síntesis de las etapas sucesionales de la vegetación en el área.

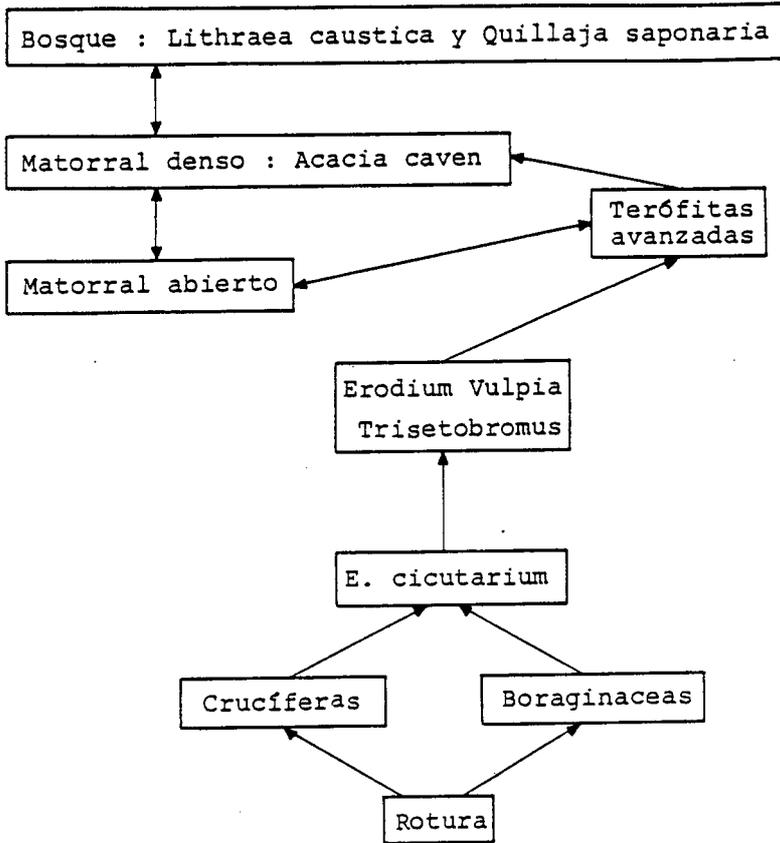


FIGURA II-14: Esquema de las etapas sucesionales del matorral.
(Fuente: Olivares y Gastó, 1971).

4.5.2.8 Bosque esclerófilo en la región mediterránea semiárida

En un sector cercano al estudio anterior, pero en condiciones de cerros, Schlegel (1963) realizó un estudio sobre la vegetación existente en el lugar.

En la Figura II-15 se muestran las etapas sucesionales planteadas por dicho autor.

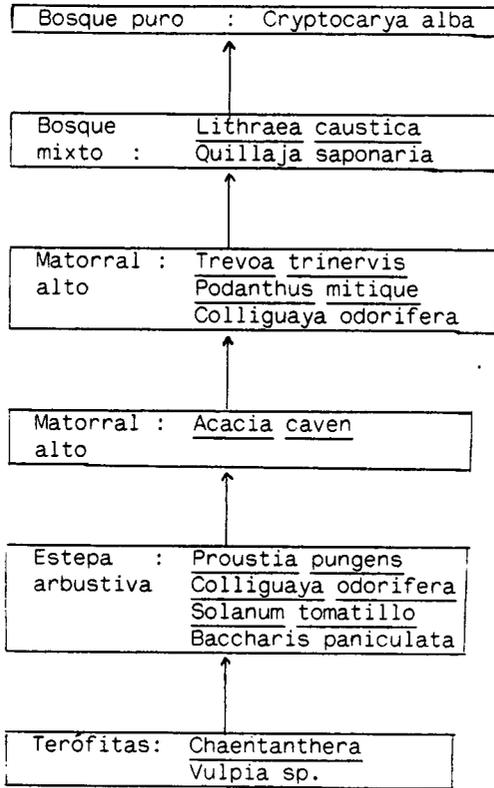


FIGURA II-15: Etapas sucesionales en Quebrada de La Plata.
(Fuente: Schlegel, 1963).

4.5.2.9 Ecosistemas de Quillaja saponaria en la región mediterránea semiárida

En el estudio sobre los ecosistemas de Quillaja saponaria realizado por Gallardo y Gastó (1987) y del cual se extrajo el aspecto de estado actual de la vegetación en el capítulo anterior, se plantean también hipótesis sobre la sistemogénesis de dichos ecosistemas, para lo cual se consideran diferentes posiciones fisiográficas y de exposición.

Se postula como estado clímax el bosque mesofanerófito de Cryptocarya alba en diversas posiciones fisiográficas, tales como conos de deyección piedmontes y laderas bajas de exposición Sur y quebradas. En estos casos, el bosque climácico es prácticamente puro. En aquellos ecosistemas más intervenidos, se asocia con otras especies del bosque esclerófilo como Quillaja saponaria, siguiendo el esquema general planteado por Schlegel (1963). Estos estados se observan claramente en la Quebrada Agua del Palo, en la base del cerro Manquehue.

En otros sectores fisiográficos más xéricos tales como piedmontes y laderas bajas de exposición Norte y ladera media de exposición Sur, se postula al bosque de Lithraea caustica como estado climácico. En etapa anterior al clímax se asocia con Quillaja saponaria, Peumus boldus y otras.

En ladera alta de exposición Norte se postula un clímax biestratificado de nanofanerófitas y hemicriptófitas, correspondiendo a las especies Flourensia thurifera y Nassella chilensis, respectivamente. En ladera media la especie climácica nanofanerófitas es Colliguaya odorifera, asociada con Nassella chilensis conformando un estado climácico también biestratificado (Gallardo y Gastó, 1987).

En el llano de la Cordillera de la Costa se postula un estado climácico de hemicriptófitas, fundamentalmente Nassella chilensis (Gallardo y Gastó, 1987).

Los autores del trabajo indican que en laderas altas y cumbres de ladera de exposición Sur, el estado climácico podría corresponder a Colliguaya odorifera, pero las evidencias son escasas como para plantear formalmente dicho estado climácico.

Lo mismo se puede señalar con respecto a suelos profundos y con problemas de drenaje ubicados entre lomajes, donde es frecuente observar Maytenus boaria y Acacia caven. En laderas de exposición Norte, en condiciones xéricas extremas, con abundante afloramiento de material rocoso, son probablemente Puya berteroniana y Trichocereus chilensis las especies representativas de un estado sucesional avanzado climácico. Lo mismo ocurriría con Porlieria chilensis y Proustia pungens en sectores xeromórficos y de ripio en los conos de deyección (Gallardo y Gastó, 1987).

III. PRODUCCION Y PRODUCTIVIDAD DE LA VEGETACION

Uno de los antecedentes básicos para formular un plan de manejo lo constituyen los aspectos de producción y productividad. Por tal motivo, se ha considerado conveniente incluir este capítulo, el cual tiene por objeto tratar de recopilar la información disponible, la cual, no es muy abundante. No obstante, el contar con algunos antecedentes al respecto puede ser utilidad en espera de estudios que den información más precisa.

Para efectos de este análisis se dividirá el área de estudio según los tipos vegetacionales más característicos.

1) Zona Desértica

En la Región Desértica Interior se encuentra el recurso leñoso más importante de esta zona. Estudios realizados en la Pampa del Tamarugal en plantaciones de tamarugo indican que la especie crece un poco más de 0.5 m año y luego la tasa de crecimiento empieza a declinar (Habit, 1980). En el Cuadro III-1 se indican algunos valores.

CUADRO III-1: Crecimiento del tamarugo en la Pampa del Tamarugal. (Fuente: Habit, 1980).

| Edad (años) | Altura (m) |
|-------------|------------|
| 4 | 2,3 |
| 8 | 5,3 |
| 12 | 7,3 |
| 28 | 10,0 |

En cuanto a producción en el Cuadro III-2 se entregan valores de rendimientos de la biomasa forrajera del tamarugo.

CUADRO III-2: Rendimiento de forraje por árbol según edad y área cubierta. (Fuente: Habit, 1980).

| Edad (años) | Area, Cubierta (m ² /árbol) | Rendimiento frutos y hojas | |
|-------------|--|----------------------------|---------------------|
| | | Por árbol (kg) | por ha (kg/ha), (1) |
| 5 | 12 | ----- | ----- |
| 10 | 33 | 79,20 | 4.356 |
| 15 | 50 | 120,00 | 6.600 |
| 20 | 67 | 160,80 | 8.844 |
| 25 | 84 | 201,60 | 11.088 |
| 30 | 100 | 240,00 | 13.200 |
| 35 | 113 | 271,20 | 14.916 |
| 40 | 125 | 300,00 | 16.500 |

(1) Base: 55 árb/ha

Más hacia el Oriente de la región Desértica Interior, sobre los 4.000 m de altitud, en la Cordillera de Los Andes, se encuentra la Región de tendencia Tropical Andina, uno de cuyos principales recursos leñosos lo constituye la llareta (Azorella compacta, ex Laretia compacta). Consigny (1971) realizó un estudio de crecimiento de dicha especie cuyos resultados se entregan en el Cuadro III-3.

CUADRO III-3: Crecimiento anual (mm) de la llareta en la región Tropical Andina. (Fuente: Consigny, 1971).

| Crecimiento en altura | | Crecimiento radial copa | |
|-----------------------|-------|-------------------------|-------|
| Máximo | Medio | Máximo | Medio |
| 4,1 | 2,1 | 5,0 | 3,3 |

Según Consigny (1971) las llaretas serían explotables para leña después de los 200 años de edad.

2) Regiones Mediterráneas Perárida y Árida

En estas regiones, las formaciones vegetacionales características corresponden a matorrales bajos de arbustos.

De acuerdo con Lailhacar et al (1982) en la zona costera a. Sur de estas regiones, donde caen 200 a 250 mm anuales de lluvia, la producción de forraje promedio es de 0,7 - 1,2 ton.ha/año. Sin embargo, según estos autores, bajo manejo dicho valor puede ascender a 3-4 ton/año. Los mismos autores señalan que las plantaciones de Atriplex spp., en densidades de 700 a 1.200 ej/ha, producen 1,0-1,5 ton. de materia seca, por hectárea.

Por su parte Azócar (1981) estudió durante cuatro años en la Estación Experimental Las Cardas, ubicada al Norte de la región mediterránea árida, el efecto de las precipitaciones sobre la producción de arbustos (Atriplex repanda) y terófitas. En el caso de los primeros, la precipitación no influyó en el desarrollo y producción, pero fue un factor determinante en la producción de la estrata de terófitas. Entre el 81 y 90% de esta estrata estaba compuesta por alfilerillo (Erodium cicutarium). En el Cuadro III-4 se entregan los resultados de las evaluaciones realizadas.

CUADRO III-4: Variación de la producción de la estrata de terófitas según los montos anuales de precipitación. (Fuente: Azócar, 1981).

| Año | Precipitación anual (mm) | Producción de alfilerillo MS (kg/ha) |
|------|--------------------------|--------------------------------------|
| 1977 | 125 | 1.564 |
| 1978 | 96 | 207 |
| 1979 | 13 | 0 |
| 1980 | 202 | 3.035 |

No obstante, los arbustos nativos, en su mayoría son significativamente afectados por el régimen de precipitación anual. Recientemente, durante 1987, se produjeron grandes precipitaciones en estas regiones en la primera quincena del mes de Julio. Ello produjo una vigorosa rebrotación de la vegetación leñosa y de la estrata herbácea. En el caso de la vegetación arbustiva, en la zona interior la Flourensia thurifera, en el mes de Noviembre siguiente a las precipitaciones mostraban un desarrollo de 30 cm (Foto 12 apéndice) y de 50 cm en sitios costeros. En la estación Experimental de Las Cardas, la (Foto 13 apéndice) muestra el vigoroso rebrote producido luego de una corta total de la vegetación, efectuada a principios de Julio con el objeto de instalar un ensayo de plantación. Lo mismo se pudo observar con un arbusto más pequeño, Gutierrezia paniculata, que en la zona costera presentaba elongaciones de 30 cm, lo que equivale aproximadamente al 100% en relación al tamaño original. Se debe considerar que los años anteriores fueron muy secos en la región y que la vegetación en general se encontraba con evidentes signos de marchitez como estrategia para soportar dichos períodos (Ver Foto 32 apéndice).

En la parte Norte de la IV Región, Contreras (1983) determinó un rendimiento de frutos de Prosopis chilensis equivalente a 25 kg/árbol.

Al Sur de la región mediterránea árida, en la provincia de Choapa, IV Región, existe una zona de transición hacia la región mediterránea semiárida, que se manifiesta por la presencia de una mezcla de especies características de ambos tipos bioclimáticos. En efecto, en las áreas más xéricas o más degradadas predomina un matorral arbustivo, en tanto que, en las áreas más húmedas, por ejemplo, exposiciones Sur, predominan especies arbóreas esclerófilas.

En estas áreas, Oyarzún y Palavicino (1984) efectuaron un estudio entre cuyos objetivos estaba el evaluar en términos energéticos seis especies: Acacia caven, Quillaja saponaria, Schinus latifolius, Lithraea caustica, Cassia coquimbensis y Porlieria chilensis. A diferencia de las cuatro primeras, que son especies típicas de las regiones ubicadas más al Sur, Cassia coquimbensis y Porlieria

chilensis son especies típicas de la región mediterránea árida.

A continuación se presentan algunos de los resultados entregados de peso seco para las especies en estudio según la variable independiente que mejor estima los pesos secos.

CUADRO III-5: Tabla de peso seco total para Porlieria chilensis.
(Fuente: Oyarzún y Palavicino, 1984).

| Altura (m) | Peso seco total (kg) |
|---------------|-------------------------|
| 1,0 | 7,50 |
| 2,5 | 15,03 |
| 4,0 | 22,56 |

CUADRO III-6: Tabla de peso seco total para Cassia coquimbensis y Lithraea caustica. (Fuente: Oyarzún y Palavicino, 1984).

| Diámetro de copa medio (m) | Peso seco total (kg) | |
|----------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | <u>Cassia coquimbensis</u> | <u>Lithraea caustica</u> |
| 0,25 | ----- | 0,01 |
| 1,25 | 1,26 | 0,77 |
| 2,25 | 5,10 | 4,47 |
| 3,25 | 12,23 | 13,36 |
| 4,25 | 23,17 | 29,72 |
| 5,25 | 38,31 | 55,79 |
| 6,25 | 58,01 | 93,79 |
| 7,25 | 82,58 | 145,97 |
| 8,25 | 112,31 | 214,53 |
| 9,25 | 147,47 | ----- |

CUADRO III-7: Tabla de peso seco total para Acacia caven, Quillaja saponaria y Schinus latifolius. (Fuente: Oyarzun y Palavicino, 1984).

| Diámetro basal (cm) | Peso seco total (kg) | | |
|------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| | Acacia caven | Schinus latifolius | Quillaja saponari |
| 4 | 1,92 | 1,71 | 0,92 |
| 10 | 10,87 | 13,07 | 0,52 |
| 16 | 26,44 | 37,15 | 31,52 |
| 22 | 48,29 | 75,36 | 70,94 |
| 28 | 76,20 | 128,78 | 131,13 |
| 34 | 110,00 | ---- | 214,60 |
| 40 | 149,58 | ---- | 324,70 |
| 46 | 194,84 | ---- | ---- |

Después de estimar el consumo total y las disponibilidades de biomasa para energía, las autoras del trabajo concluyen que, de persistir los actuales sistemas de explotación, que no consideran la regeneración de los ejemplares, quedaría recurso sólo para 13 años más. No obstante, la situación no parece tan grave si se considera el crecimiento de las especies, dato desconocido en términos precisos para la zona, pero que se puede estimar, considerando antecedentes de otras partes.

En el próximo punto se entregan antecedentes de otros países con clima mediterráneo y los correspondientes a Chile en las regiones un poco más húmedas.

3) Regiones Mediterráneas Semiárida y Subhúmeda

3.1 Antecedentes de otras regiones

En otras regiones con clima mediterráneo existen antecedentes sobre producción y productividad de la vegetación algunos de los cuales se entregan a continuación.

Le Houérou (1980 b), citando a FAO, indica que la producción de bosques del Mediterráneo es muy débil: 2m³/ha/año, en los mejores casos. Ello equivale a 1,2 toneladas de materia seca. Según este autor, en los ambientes subhúmedos del Sur de Europa un bosque de Pinus halepensis produce 1,4 a 4 m³/ha/año y solamente 0,5 a 1,5 m³/ha/año en los ambientes semiáridos de Africa del Norte.

En el siguiente cuadro se indican datos de producción en formaciones del Mediterráneo.

CUADRO III-8: Biomasa aérea en diferentes formaciones del Mediterráneo.
(Fuente: Le Houérou, 1980 b).

| Formación vegetal | Biomasa aérea (ton/ha) |
|-------------------------------------|---------------------------|
| Bosque adulto en buen estado | 100-300 |
| Tallar de <i>Quercus ilex</i> | 30- 69 |
| Garriga de <i>Quercus coccifera</i> | 10- 30 |
| Pastizales secos en verano | 1 |

En los cuadros siguientes se entregan algunos ejemplos de producción y productividad en bioclimas subhúmedos del Sur de Francia y semiáridos del Norte de Africa.

CUADRO III-9: Ejemplos de biomasa según bioclimas. (Fuente: Le Houérou, 1980).

| Tipo Forestal | Biomasa (ton/ha) | |
|-------------------------------------|------------------|-----------|
| | Subhúmedo | Semiárido |
| Bosque de <i>Quercus ilex</i> | 260 | 60-120 |
| Bosque de <i>Pinus halepensis</i> | 156 | 60-120 |
| Bosque de <i>Pinus pinea</i> | 124 | ---- |
| Garriga de <i>Quercus coccifera</i> | 20-35 | 3-6 |
| Maquia de <i>Cistus</i> (Córcega) | 4-12 | 3-6 |

CUADRO III-10: Ejemplos de producción primaria neta según bioclimas.
(Fuente: Le Houérou, 1980).

| Tipo Forestal | Productividad (ton/ha/año) | |
|-------------------------------------|----------------------------|-----------|
| | Subhúmedo | Semiárido |
| Bosque de <i>Quercus ilex</i> | 6-7 | 2,5-4,5 |
| Bosque de <i>Pinus halepensis</i> | 3-5 | ---- |
| Garriga de <i>Quercus coccifera</i> | 1,5-4 | 0,6-1,2 |
| <i>Phrygana</i> (Grecia) | 4 | ---- |
| Maquia de <i>Cistus</i> (Córcega) | 0,2-4 | 0,6-1,2 |

Este mismo autor, en lo que se refiere a las especies forrajeras del Mediterráneo, indica que los bosques producen 1,0 a 1,2 ton /MS/ha/año, esencialmente de gramíneas, en tanto que en las maquias y garrigas la producción es de 0,6 a 1,8 ton/MS/ha/año en la zona semiárida y 1,0 a 3,0 ton/MS/ha/año en las zonas subhúmedas y húmedas. Por otra parte, las estepas con halófitas y Atriplex halimus, entre otras, la producción es de 1,0 a 5,0 kg MS/ha/año.

En el cuadro III-11 se indica la producción de forraje en formaciones boscosas y matorrales del Norte de Túnez, los cuales al mismo tiempo están produciendo madera.

CUADRO III-11: Producción forrajera de los bosques del Norte de Túnez. (Fuente: El Hamrouni: Les systemes pastoraux des régions nord-Africaines, 1981. (Citado en Silva Mediterránea 1985 b).

| Tipo de masa forestal | kg MS/ha (1) |
|---|--------------|
| Monte alto de quejigos (2) | 648 ± 51 |
| Monte alto de alcornoques(3) | 905 ± 81 |
| Masas mixtas de quejigos y alcornoques | 733 ± 81 |
| Maquia de alcornoques | 1.065 ± 223 |

- (1) Kg/MS/ha = Kilogramos de materia seca por hectárea
- (2) Quercus faginea
- (3) Quercus suber

Para el chaparral de California, Conrad 1(982) entrega producciones de 22 a 78 ton/ha y crecimientos de 4 ton/ha/año. La rotación es de 21 años. Por su parte, Toland (1982) da valores para el chaparral de 22 a 112 ton/ha mientras que Riggan and Dunn (1982) indican que rodales maduros de Adenostoma-Ceanothus producen 50 ton/ha con una tasa de acumulación de 0,8 a 1,2 ton/ha/año. Ello equivale a tasas de crecimiento de 1,6 a 2,4%.

Los mismos autores señalan que rodales de Quercus dumosa ubicados en exposiciones Norte alcanzan a 100 ton/ha. La biomasa en chaparral maduro (más de 25 años) en exposición Norte, con dominancia de Quercus varía comúnmente entre 45 y 60 ton/ha. Considerando diversas especies, las biomásas existentes en rodales de 21 a 37 años de edad, fluctúan, entre 19 y 85 ton/ha, con incrementos de 1 a 4 ton/ha/año. Ello da una tasa de crecimiento de 2,4 a 4,9% anual.

Kummerow (1982) señala que la relación entre la biomasa radical y aérea fluctúa entre 0,3 y 4,9 para arbustos que no retoñan y que retoñan respectivamente. Indica que la fracción del sistema radical que es directamente responsable de los cambios estacionales corresponde a las raicillas efímeras que no viven más de una estación. En relación a la parte aérea, Kummerow entrega valores de crecimiento, para cuatro arbustos del chaparral, que fluctúan entre 3 y 7 cm en la temporada.

3.2 Bosque artificial

En el secano costero e interior (bandas costeras e interior) de la región mediterránea semiárida, Ribalta (1983) evaluó la producción y productividad de montes bajos de Eucalyptus globulus, forma de masa más común para la especie en la zona.

Entre los aspectos estudiados se concluye que los incrementos anuales medios en volumen alcanzan a 15,6 m³/ha/año en los mejores rodales, 10 m³/ha/año en sitios medios y 4 m³/ha/año en rodales de calidad inferior, todos ellos sin considerar la corteza.

A continuación se muestran en figuras algunos de los resultados obtenidos por Ribalta (1983).

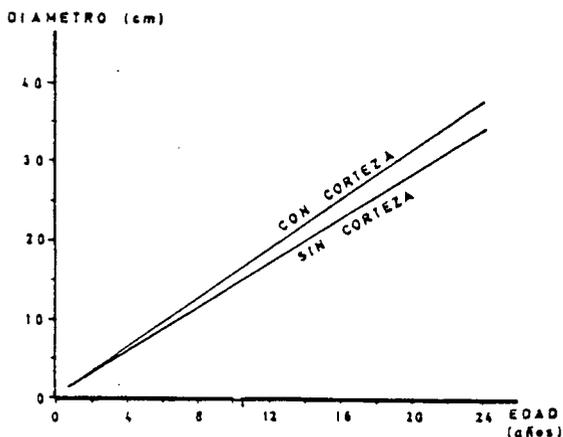


FIGURA III-1: Relación diámetro con y sin corteza con respecto a la edad en taller de Eucalyptus globulus en zona costera V Región, según Ribalta (1983).

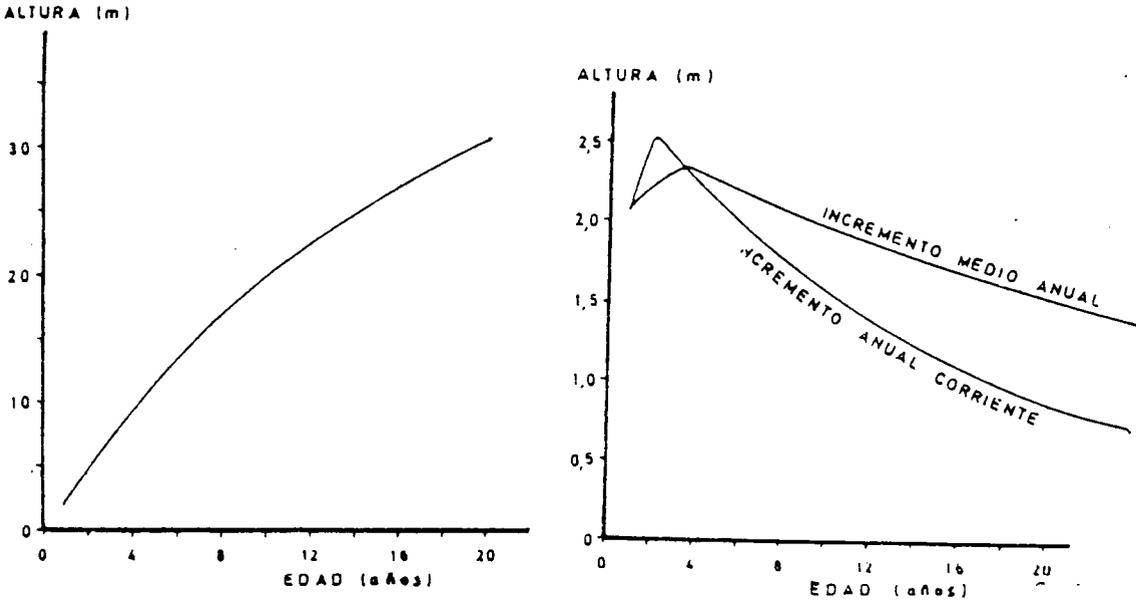


FIGURA III-2: Descripción del crecimiento en altura, de acuerdo a la edad de los árboles en tallar de E. globulus en zona costera V Región, según Ribalta (1983).

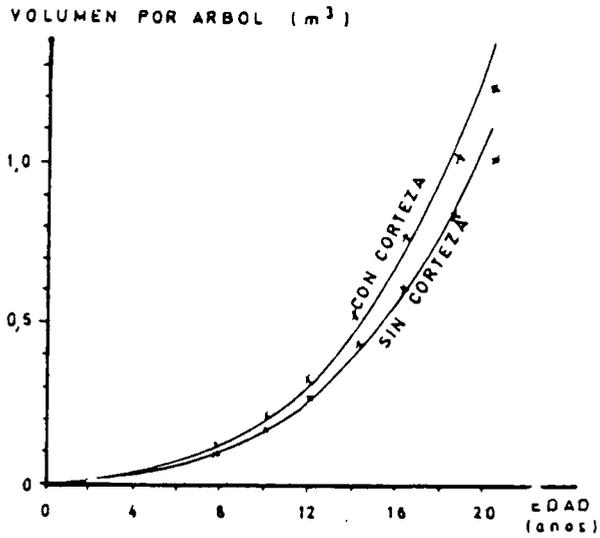


FIGURA III-3: Volumen por árbol con y sin corteza para el monte bajo de E. globulus en zona costera V Región, según Ribalta (1983).

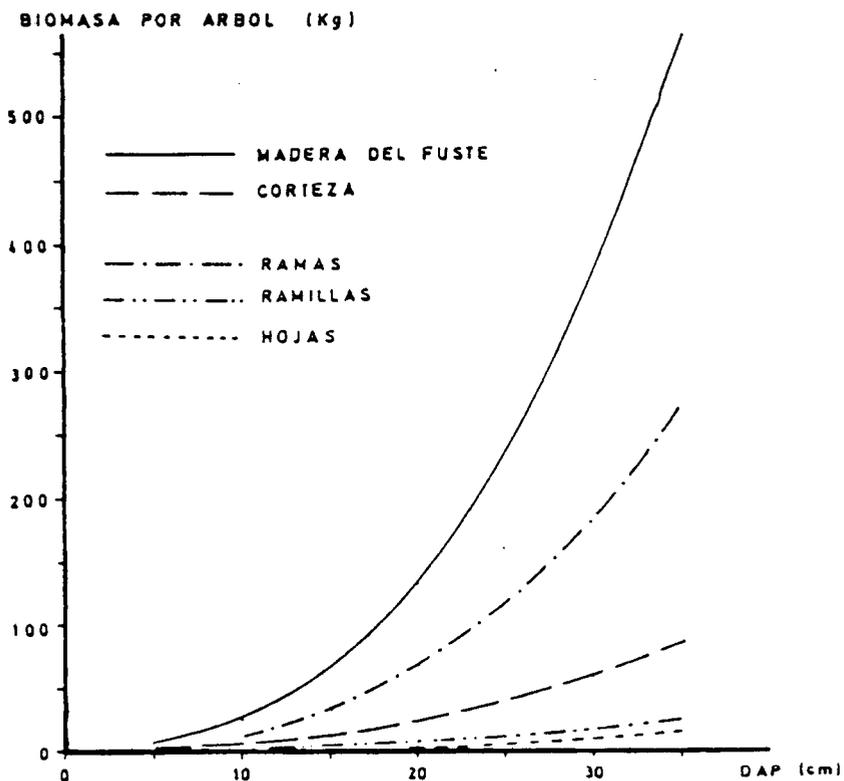


FIGURA III-4: Variación de la biomasa de un árbol de *E. globulus* de acuerdo a cada uno de sus componentes, según Ribalta (1983).

3.3 Bosque esclerófilo y espinales

3.3.1 Especies arbustivas presentes en estas formaciones

3.3.1.1 Sophora macrocarpa (Mayo)

Mayo es una especie arbustiva endémica de las regiones mediterráneas semiáridas, subhúmeda y húmeda de Chile, que tiene entre 1 y 6 m de altura.

Su presencia en dichas regiones no es muy frecuente, encontrándose en ambientes asociados a fondos de quebradas, cercanías de esteros, en general, cursos de agua permanentes y no permanentes. En la parte Sur de su área de distribución se presenta en las laderas.

El fruto de la especie tiene un atractivo porcentaje de aceite, proteínas y alcaloides. Por tal motivo, Manetti y Montecinos (1978) realizaron un estudio con el objeto de caracterizar el recurso y conocer la productividad de las semillas de la especie.

A continuación se entregan algunos de los resultados del referido estudio.

CUADRO III-12: Tabla de existencia de Mayo en la localidad de Caleu (Banda interior de la región mediterránea semiárida). (Fuente: Manetti y Montecinos, 1978).

| Clase D.A.B. (1) (cm) | Nº vástagos por ha | Producción efectiva(2) (gr) | Producción total (kg/ha) |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 3.000 | 3,69 | 11,08 |
| 2 | 2.030 | 33,32 | 67,65 |
| 3 | 380 | 92,95 | 35,32 |
| 4 | 100 | 174,66 | 17,47 |
| 5 | 15 | 273,64 | 4,11 |
| T O T A L | 5.525 | ---- | 135,62 |

(1) D.A.B. = Diámetro basal del vástago

(2) Producción efectiva = Producción (peso de semillas) corregido con factor de fructificación (% de vástagos que producen frutos)

Se observa en el Cuadro III-12, que la distribución de diámetro es de tipo irregular, con predominancia de pequeños diámetros.

El porcentaje de vástagos productores de frutos aumenta con el diámetro de los mismos.

El cuadro presentado corresponde a la localidad de mayor producción. La de menor producción corresponde a San Pedro, ubicada aproximadamente a la misma latitud que Caleu, pero en la banda costera.

Las tendencias de distribución diamétrica y de producción efectiva son similares en todas las localidades estudiadas.

3.3.1.2 Otras especies arbustivas

- a) Colliguaya odorifera (Colliguay). Colliguay es una especie siempreverde que forma parte del matorral de estas regiones. Alcanza alturas de 2 m y crece en laderas de exposición Norte, Sur y fondos de quebradas.

De acuerdo a un estudio realizado por Avila et al (1978) en Cuesta La Dormida (banda interior de la región mediterránea semiárida) considerando un ejemplar de 1 m de alto y 0,60 m de ancho, de forma más o menos simétrica, los crecimientos del arbusto son los siguientes: ramas de 1 a 4 años de edad crecen 11 cm al año en tanto las de 5 a 10 años crecen 17 cm al año. Las raíces crecen 9 cm en el mismo período.

- b) Satureja gilliesii, Trevoa trinervis y Colliguaya odorifera. Montenegro, Aljaro y Kummerow (1979) efectuaron un estudio entre Octubre de 1975 y Abril de 1977 en el Fundo Santa Laura, Cuesta La Dormida (banda interior de la región mediterránea semiárida) en que se analizaron los patrones estacionales de crecimiento en las especies arbustivas mencionadas, además de tres especies arbóreas esclerófilas.

En el Cuadro III-13 se entregan algunos resultados del referido estudio.

CUADRO III-13: Crecimiento de seis especies del matorral esclerófilo.
(Fuente: Montenegro, Aljaro y Kummerow, 1979).

| E S P E C I E | Elongación anual (cm) | Período de desarrollo (días) |
|---------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| Satureja gilliesii | 29,0 | 168 |
| Trevoa trinervis | 26,3 | 156 |
| Colliguaya odorifera | 8,4 | 150 |
| Quillaja saponaria (M.B.) | 5,3 | 98 |
| Cryptocarya alba (M.B.) | 12,2 | 97 |
| Lithraea caustica | 13,8 | 99 |

(M.B.) = Monte bajo

3.3.2 Producción del bosque esclerófilo considerado en su conjunto

Encina y Latorre (1977) citados por Donoso (1981) realizaron un estudio de producción en estos tipos considerando un conjunto de especies presentes, tales como Quillay y Litre, Espino, Peumo y Boldo.

En el Cuadro III-14 se presentan los valores de producción extremos citados por Donoso.

CUADRO III-14: Producción en bosque esclerófilo. (Fuente: Encina y Latorre, 1977, citados por Donoso, 1981).

| N° ej/ha | Vol. cúbico madera (m ³ /ha) | Corteza seca Quillay (kg/ha) | Carbón (kg/ha) |
|----------|--|------------------------------------|-------------------|
| 40-50 | 0,80 | 14- 19 | 150-680 |
| 100 | 6,23 | 60-116 | 1.200 |

Los valores presentados se obtuvieron considerando un diámetro límite inferior a la altura del tocón de 25 cm.

3.3.3 Especies del bosque esclerófilo consideradas en forma individual

3.3.3.1 Quillaja saponaria (Quillay)

Esta especie arbórea constituyente del bosque esclerófilo es una de las más valiosas desde el punto de vista económico por la diversidad de productos que otorga, siendo el más importante, la corteza.

Con el propósito de conocer la producción a nivel de ejemplares, (Maldonado, 1967) efectuó un estudio en la zona interior de la región mediterránea semiárida.

Los resultados de este trabajo se entregan en el Cuadro III-15, donde los pesos de corteza están a un contenido de humedad equivalente al de su comercialización (15%).

CUADRO III-15: Tabla local de peso de corteza de Quillay. Comunas de Casablanca y Quilpué. Provincia de Valparaíso. Base: 296 árboles. Altura comercial = altura en la cual las ramas alcanzan un diámetro mínimo de utilización de 20 cm. (Fuente: Maldonado, 1967).

| D.A.P. (cm.) | ALTURA COMERCIAL (m.) | | | | | |
|-----------------|-----------------------|----|----|-----|-----|-----|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | P E S O (Kilógramos) | | | | | |
| 20 | 4 | | | | | |
| 22 | 6 | | | | | |
| 24 | 7 | 3 | | | | |
| 26 | 8 | 10 | 12 | | | |
| 28 | 10 | 12 | 15 | | | |
| 30 | 11 | 14 | 18 | | | |
| 32 | 13 | 16 | 21 | 23 | | |
| 34 | 14 | 19 | 24 | 27 | | |
| 36 | 16 | 21 | 27 | 31 | 37 | |
| 38 | 17 | 23 | 30 | 35 | 41 | |
| 40 | 19 | 25 | 33 | 38 | 45 | |
| 42 | 20 | 27 | 35 | 42 | 49 | |
| 44 | 22 | 29 | 38 | 46 | 54 | |
| 46 | 23 | 32 | 41 | 50 | 59 | |
| 48 | 25 | 34 | 44 | 54 | 63 | 54 |
| 50 | 26 | 36 | 47 | 58 | 66 | 71 |
| 52 | | 38 | 50 | 62 | 73 | 77 |
| 54 | | 41 | 53 | 66 | 77 | 83 |
| 56 | | 43 | 56 | 70 | 82 | 89 |
| 58 | | 45 | 59 | 74 | 87 | 95 |
| 60 | | 47 | 62 | 78 | 92 | 101 |
| 62 | | 49 | 65 | 82 | 96 | 107 |
| 64 | | 51 | 68 | 85 | 101 | 114 |
| 66 | | | 71 | 89 | 106 | 120 |
| 68 | | | 74 | 93 | 110 | 126 |
| 70 | | | 77 | 97 | 115 | 132 |
| 72 | | | 80 | 101 | 120 | 138 |
| 74 | | | 83 | 105 | 124 | 144 |
| 76 | | | | 109 | 129 | 151 |
| 78 | | | | 113 | 134 | 157 |
| 80 | | | | 117 | 139 | 163 |
| 82 | | | | 121 | 143 | 169 |
| 84 | | | | 125 | 148 | 175 |
| 86 | | | | | 153 | 181 |
| 88 | | | | | 157 | 187 |
| 90 | | | | | 162 | 193 |
| 92 | | | | | 167 | 199 |
| 94 | | | | | 171 | 205 |
| 96 | | | | | 176 | 211 |

Gajardo y Verdugo (1979) determinaron los rendimientos en varias especies de estas regiones entre las que se encontraba Quillay. Respecto a esta última especie se muestra a continuación el modelo sobre el cual se construyó la tabla de peso para corteza:

$$\text{PSC} = e^{-4,3448} \times \text{HC} \times \text{DAP}^x (\text{NR}+1)^{0,79006} \times 1,5396 \times 0,119$$

Quillay

- Donde: PSC = peso seco corteza
e = base logaritmos naturales (+2,7182)
HC = altura comercial
DAP = diámetro fuste a 1,30 m del suelo
NR = número de ramas principales del árbol

Desde hace varios años, Toral (1983 y 1986) está desarrollando una línea de investigación, en relación a esta temática con especies nativas y exóticas de las regiones mediterráneas semiáridas y subhúmedas. Entre las especies estudiadas se encuentra el quillay.

Al respecto Toral determinó biomasa forestal sobre el suelo, pesos secos de corteza, crecimientos, porcentajes de componentes de la biomasa y biomasa existente en algunas estructuras representativas.

A continuación se muestran algunos de los resultados presentados por Toral (1983).

a) Biomasa total sobre el suelo. En el Cuadro III-16 se muestran algunos de los valores obtenidos en el referido estudio.

CUADRO III-16: Biomasa total de ejemplares de quillay. (Fuente: Toral 1983).

| D.A.P. (cm) | Biomasa total (kg) |
|----------------|-----------------------|
| 7,4 | 8,46 |
| 10,6 | 18,84 |
| 15,6 | 44,63 |
| 21,5 | 91,39 |
| 28,2 | 167,64 |
| 34,8 | 268,41 |
| 39,1 | 348,41 |
| 45,2 | 482,09 |
| 50,3 | 612,58 |

En el Cuadro III-17 se indica la participación de cada componente en la biomasa total.

CUADRO III-17: Participación de cada componente en la biomasa total de quillay. (Fuente: Toral, 1983).

| Componente | Participación (%) |
|------------|-------------------|
| Fuste | 67,00 |
| Ramas | 15,60 |
| Corteza | 10,70 |
| Hojas | 6,70 |

b) Peso seco de corteza. Toral presenta varias ecuaciones para estimar el peso seco de corteza.

En el Cuadro III-18 se entregan algunos resultados considerando el diámetro al cuadrado por la altura de corte como variable predictora según lo recomendado por Toral en su estudio.

CUADRO III-18: Valores de peso seco de corteza de quillay estimados considerando el diámetro (a 1,30 m de altura) al cuadrado por la altura de corte como variable predictora. (Fuente: Toral, 1983).

| DAP (cm) | HC (m) | Peso seco corteza (kg) |
|----------|--------|------------------------|
| 10,6 | 2,30 | 1,7 |
| 15,6 | 3,30 | 4,2 |
| 21,2 | 5,30 | 9,8 |
| 21,5 | 6,30 | 11,4 |
| 28,2 | 5,30 | 15,3 |
| 28,0 | 6,30 | 17,3 |
| 33,5 | 5,30 | 19,9 |
| 34,8 | 6,30 | 24,2 |
| 39,1 | 5,30 | 25,3 |
| 45,2 | 7,30 | 40,7 |
| 50,3 | 4,30 | 31,8 |

DAP = diámetro a 1,30 m de altura

HC = altura de corte del fuste (altura a la cual el diámetro del fuste llega a 5 cm).

c) Contenido de saponina según componentes. En su estudio Toral (1983) concluye que todo el árbol contiene cantidades significativas de saponina. La corteza es la que posee una mayor concentración de saponina bruta, con un promedio de 11,6%. En orden descendente le siguen las ramas con 10%, la madera de fuste con 8,8% y finalmente, las hojas con 6,1%.

De acuerdo con ello, Toral (1983) señala que si se utilizara todo el árbol para obtener saponina, se requeriría menos del 10% de los 60.000 ejemplares anuales que se requieren en la actualidad para cubrir la exportación de 1.000 ton/anuales de corteza.

d) Crecimiento del quillay. En las Figuras III-5 y III-6 se muestran los crecimientos determinados por Toral (1983) en su estudio.

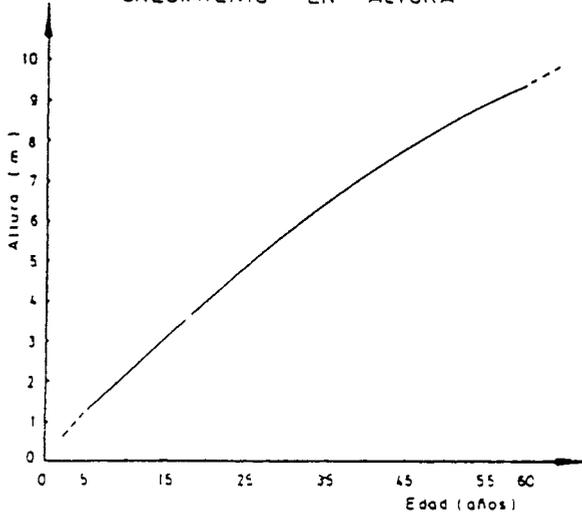
Toral (1983) señala que en la curva de crecimiento en altura se pueden distinguir tres etapas. La primera, entre los 5 y 25 años, con un incremento promedio de 0,19 m/año. La segunda, entre los 25 y 45 años, con 0,14 m/año. Por último, entre los 45 y 60 años, con un crecimiento promedio de 0,10 m/año. Estas cifras dan un crecimiento en altura general promedio de 0,14 m/año.

En relación al crecimiento en diámetro, a los 5 años el incremento medio es de 0,64 cm/año, con un máximo de 0,7 cm/año a los 7 años. Luego, se produce un decremento constante hasta los 55 años, con valores cercanos a 0,57 cm/año. (Toral, 1983).

Respecto al crecimiento en volumen del fuste, la curva de crecimiento anual corriente es interceptada por la curva de crecimiento anual medio, a los 52-53 años. Por tal motivo, Toral considera dicha edad como rotación óptima para obtener el máximo aprovechamiento en volumen. A esa edad, el diámetro del árbol es de 28 cm.

e) Biomasa total de quillay. Considerando las parcelas estudiadas por Toral, el nivel medio de biomasa por hectárea es de 22 toneladas, con una producción de corteza actualmente comercializable de 2.230 kg/ha.

CURVA ACUMULADA
CRECIMIENTO EN ALTURA



CURVA ACUMULADA
CRECIMIENTO EN AREA BASAL

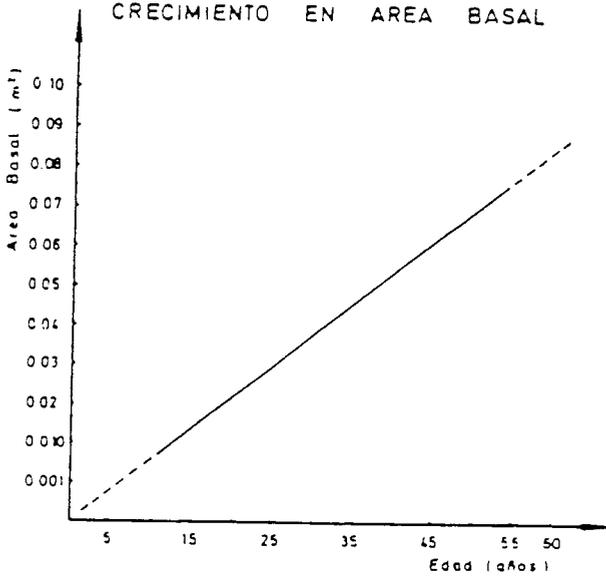


FIGURA III-5: Curvas acumuladas de crecimiento en altura y área basal en Quillaja saponaria, según Toral (1983).

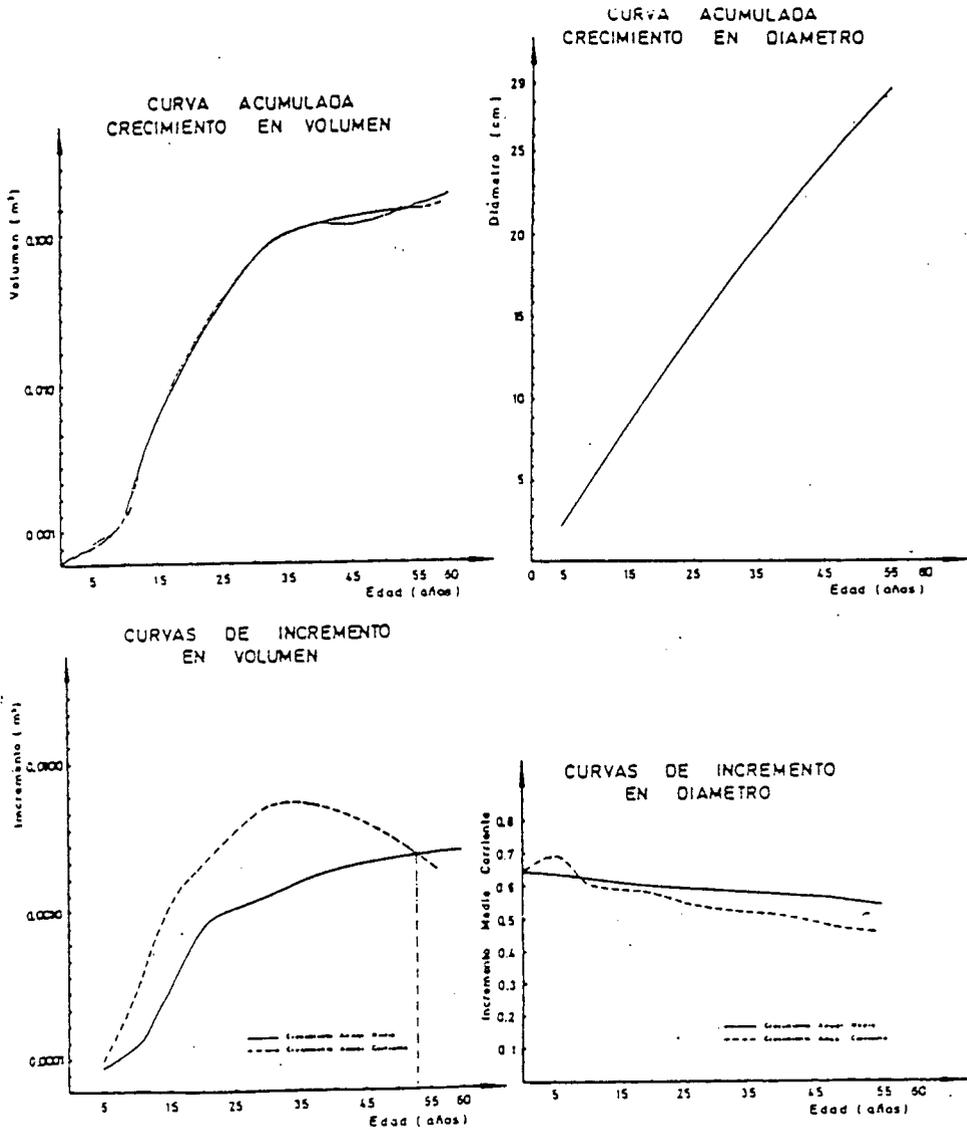


FIGURA III-6: Curvas acumuladas y de incrementos del diámetro y volumen de fuste en Quillaja saponaria, según Toral (1983).

3.3.3.2 Peumus boldus (Boldo)

Boldo es otra de las especies arbóreas constituyentes del bosque esclerófilo que tiene interés comercial, por cuanto de ella se pueden extraer una serie de metabolitos de interés comercial. En particular, las hojas y corteza son utilizadas por sus propiedades medicinales, constituyendo la segunda fuente de ingresos de divisas, después del quillay, por concepto de exportación de productos del bosque esclerófilo. Por tal motivo, también ha existido interés en evaluar la producción en esta especie.

Gajardo y Verdugo (1979) en el estudio que realizaron para evaluar los rendimientos en tres especies de estas regiones, incluyeron entre las especies analizadas al boldo. En el referido estudio se concluyó que las variables más relacionadas con el rendimiento de la producción física de hojas de boldo, son el diámetro de copa y la altura de copa.

A continuación se presenta un cuadro con los resultados del modelo de regresión empleado.

CUADRO III-19: Tabla de peso hojas de boldo, valores en gramos.
(Fuente: Gajardo y Verdugo, 1979).

| HCOP/CCOP (m.) (m.) | TABLA DE PESO HOJAS DE BOLDO (valores en gramos) | | | | | | | | | | |
|------------------------|--|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 5.0 | 5.5 | 6.0 |
| 1.0 | 312. | 533. | 779. | 1045. | 1330. | 1629. | 1943. | 2270. | 2608. | 2957. | 3317. |
| 1.1 | 356. | 608. | 889. | 1193. | 1517. | 1859. | 2217. | 2590. | 2976. | 3374. | 3785. |
| 1.2 | 402. | 688. | 1002. | 1348. | 1711. | 2097. | 2501. | 2921. | 3357. | 3806. | 4269. |
| 1.3 | 449. | 766. | 1120. | 1503. | 1912. | 2343. | 2794. | 3263. | 3750. | 4252. | 4769. |
| 1.4 | 497. | 849. | 1241. | 1665. | 2118. | 2596. | 3096. | 3616. | 4155. | 4712. | 5284. |
| 1.5 | 547. | 934. | 1365. | 1832. | 2330. | 2856. | 3406. | 3978. | 4571. | 5184. | 5814. |
| 1.6 | 598. | 1021. | 1493. | 2004. | 2548. | 3123. | 3724. | 4350. | 4998. | 5668. | 6357. |
| 1.7 | 651. | 1111. | 1623. | 2179. | 2771. | 3396. | 4050. | 4731. | 5436. | 6164. | 6914. |
| 1.8 | 704. | 1202. | 1757. | 2358. | 2999. | 3676. | 4383. | 5120. | 5883. | 6671. | 7483. |
| 1.9 | 759. | 1296. | 1894. | 2542. | 3232. | 3961. | 4724. | 5518. | 6340. | 7190. | 8054. |
| 2.0 | 815. | 1391. | 2033. | 2729. | 3470. | 4253. | 5072. | 5924. | 6607. | 7719. | 8657. |
| 2.1 | 872. | 1488. | 2175. | 2919. | 3713. | 4550. | 5426. | 6338. | 7282. | 8258. | 9262. |
| 2.2 | 930. | 1587. | 2320. | 3113. | 3960. | 4852. | 5787. | 6759. | 7767. | 8807. | 9878. |
| 2.3 | 989. | 1688. | 2467. | 3311. | 4211. | 5160. | 6154. | 7188. | 8260. | 9366. | 10505. |
| 2.4 | 1049. | 1790. | 2616. | 3512. | 4466. | 5473. | 6527. | 7624. | 8761. | 9934. | 11142. |
| 2.5 | 1110. | 1894. | 2768. | 3716. | 4726. | 5791. | 6907. | 8067. | 9270. | 10512. | 11790. |
| 2.6 | 1172. | 2000. | 2923. | 3923. | 4999. | 6114. | 7292. | 8517. | 9787. | 11098. | 12447. |
| 2.7 | 1234. | 2107. | 3080. | 4133. | 5257. | 6442. | 7683. | 8974. | 10312. | 11693. | 13115. |
| 2.8 | 1298. | 2216. | 3239. | 4347. | 5528. | 6775. | 8019. | 9437. | 10844. | 12297. | 13792. |
| 2.9 | 1363. | 2326. | 3400. | 4563. | 5803. | 7112. | 8481. | 9907. | 11384. | 12909. | 14478. |
| 3.0 | 1428. | 2438. | 3563. | 4732. | 6082. | 7454. | 8889. | 10383. | 11931. | 13529. | 15174. |
| 3.1 | 1495. | 2551. | 3728. | 5004. | 6365. | 7800. | 9302. | 10865. | 12484. | 14157. | 15878. |
| 3.2 | 1562. | 2666. | 3896. | 5229. | 6651. | 8150. | 9719. | 11353. | 13045. | 14793. | 16592. |
| 3.3 | 1630. | 2782. | 4065. | 5457. | 6940. | 8505. | 10142. | 11847. | 13613. | 15436. | 17313. |
| 3.4 | 1698. | 2899. | 4237. | 5687. | 7233. | 8863. | 10570. | 12347. | 14187. | 16087. | 18044. |
| 3.5 | 1788. | 3018. | 4410. | 5920. | 7529. | 9226. | 11003. | 12852. | 14768. | 16746. | 18782. |
| 3.6 | 1838. | 3138. | 4586. | 6155. | 7828. | 9593. | 11440. | 13363. | 15355. | 17412. | 19529. |
| 3.7 | 1909. | 3259. | 4763. | 6393. | 8131. | 9964. | 11882. | 13879. | 15948. | 18085. | 20284. |
| 3.8 | 1961. | 3382. | 4942. | 6633. | 8436. | 10338. | 12329. | 14401. | 16548. | 18765. | 21046. |
| 3.9 | 2053. | 3505. | 5123. | 6876. | 8745. | 10717. | 12780. | 14928. | 17154. | 19451. | 21817. |
| 4.0 | 2127. | 3630. | 5306. | 7121. | 9057. | 11099. | 13236. | 15461. | 17765. | 20145. | 22595. |

HCOP = Altura de copa (m)
CCOP = Diámetro de copa (m)

En otro trabajo, Kannegiesser (1987) evaluó crecimiento, biomasa y producción de boldina en esta especie. El estudio se realizó en el predio "Los Quillayes de Peteroa", ubicado en el sector interior de la región mediterránea subhúmeda.

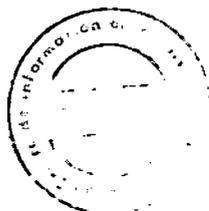
A continuación se presentan algunos de los resultados obtenidos en el estudio.

- a) Crecimiento. Mediante análisis de tallo en 24 ejemplares de boldo se determinaron los diferentes crecimientos. En la Figura III-7 se muestran los crecimientos en diámetro.

La figura indica que el incremento medio en diámetro fluctúa entre 0,16 y 0,79 cm/año, con un promedio de 0,36 cm/año. Sin embargo, según lo señalado por Kannegiesser (1987) los ejemplares que alcanzaron las máximas tasas de crecimiento crecían aislados y casi libres de competencia, lo que hace suponer que si se efectúa un adecuado manejo a nivel de densidad por tocón y por hectárea se pueden obtener incrementos bastante superiores a 0,36 cm/año.

Considerando el crecimiento en diámetro se puede establecer una rotación biológica de 33 años, momento en que se intersectan las curvas de crecimiento unitario. A esa edad el árbol ha alcanzado un DAP de 11 cm (Kannegiesser, 1987).

En relación al crecimiento en altura, las curvas correspondientes se muestran en la Figura III-8.



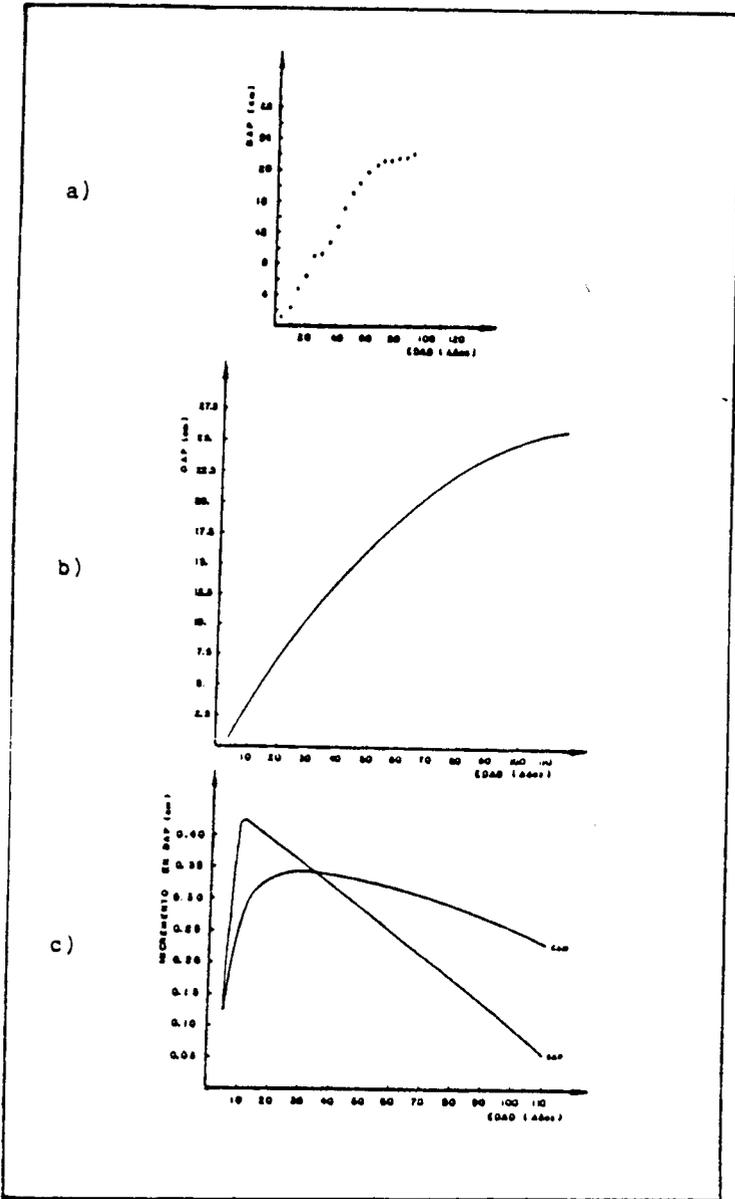


FIGURA III-7: Crecimiento en diámetro de boldo, Peumus boldus, según Kannegiesser (1987).

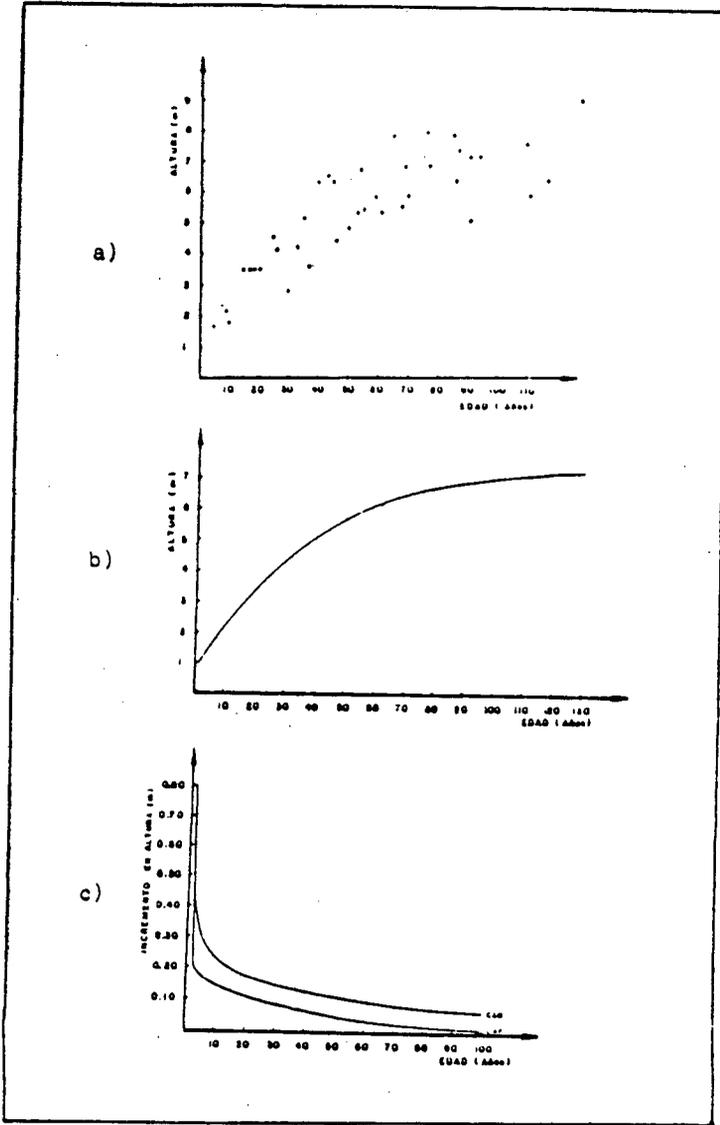


FIGURA III-8: Crecimiento en altura de Peumus boldus según Kannegiesser (1987).

El incremento medio anual en altura en la zona de estudio es de 0,17 m, pudiendo alcanzar a 0,50 m/año en árboles muy jóvenes. La mayor tasa de crecimiento se observa en los primeros 30 años; luego los incrementos en altura son cada vez menores, hasta hacerse constantes alrededor de los 90 años (Kannegiesser, 1987).

Las curvas de crecimiento en volumen se muestran en la Figura III-9.

Se puede observar en la figura que la tasa de incremento en volumen es creciente a través de todas las edades y no se observa un punto de inflexión que pudiera indicar una disminución del crecimiento (Kannegiesser, 1987).

b) Biomasa. En el Cuadro III-20 se entregan algunos de los valores de biomasa aérea obtenidos por (Kannegiesser, 1987).

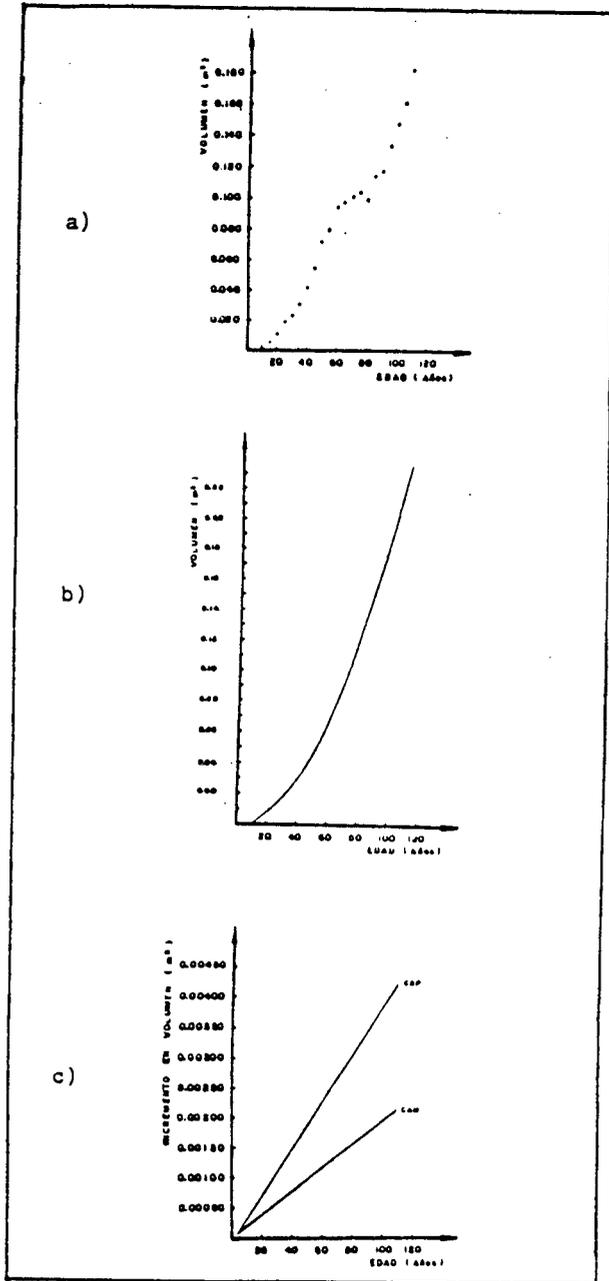


FIGURA III-9: Crecimiento en volumen de Peumus boldus según kannegiesser (1987).

CUADRO III-20: Biomasa aérea total de Peumus boldus según DAP y altura total (HT). (Fuente: Kannegiesser, 1987).

| DAP (cm) | HT (m) | Peso seco total (kg) |
|-------------|-----------|-------------------------|
| 4,5 | 3,8 | 5,0 |
| 7,5 | 6,4 | 10,0 |
| 11,5 | 6,8 | 41,6 |
| 18,1 | 6,0 | 63,1 |
| 22,0 | 7,3 | 88,3 |
| 24,6 | 7,1 | 108,7 |
| 27,3 | 7,8 | 187,5 |
| 33,4 | 8,8 | 242,5 |
| 38,2 | 10,0 | 422,3 |

En cuanto a la participación de cada componente en el peso seco total del árbol, el principal componente es el fuste, que representa un 51,63%. Las ramas aportan un 34,77% y, en menor medida, las hojas y la corteza con un 9,45% y un 4,14% respectivamente (Kannegiesser, 1987).

Respecto a la biomasa total por hectárea, el análisis en tres parcelas de distinta densidad dió valores entre 0,2 ton/ha y 4,5 ton/ha de materia seca. Las densidades consideradas variaron entre 40 y 440 árboles por hectárea (Kannegiesser, 1987).

c) Producción de boldina. Según el estudio de Kannegiesser (1987) en todos los componentes aéreos del árbol existe boldina. La mayor concentración de este alcaloide se encuentra en la corteza del fuste, con un promedio de 3,73%. Las hojas, componente que más se extrae para comercializar la boldina, contienen solamente 0,03%. Los componentes leñosos, el fuste y las ramas, contienen 0,09% y 0,2% respectivamente.

Durante los últimos cuatro años se han exportado en promedio 786 toneladas de hojas y 6 toneladas de corteza por año. Considerando que de una hectárea con densidad alta, 440 árboles/ha, se pueden obtener 428 kg de hojas, para cubrir las exportaciones se requiere explotar 1.836 ha de dichas características. A partir de la cantidad exportada se pueden producir 460 kg de boldina, cantidad factible de extraer de sólo 34 ha, si se utilizara el árbol completo (Kannegiesser, 1987).

3.3.3.3 Acacia caven (Espino)

El espino constituye importantes formaciones de estepa o sabanas de espinales, pero también aparece mezclado con el bosque esclerófilo. Por este motivo se ha incluido para efectos del presente análisis, dentro de este último tipo.

La especie tiene flores que poseen un excelente aroma lo que las hace útil en fabricación de perfumes y en apicultura. Sus frutos y ramillas constituyen una alternativa de alimentación, especialmente para ganado caprino, en épocas de sequía. Sin embargo, su explotación más corriente es para la producción de leña y carbón, este último de excelente calidad. Por tal motivo, los estudios de evaluación de producción de espino se han referido a estos últimos productos. Gajardo y Verdugo (1979) incluyeron esta especie en la evaluación de rendimiento de tres especies nativas en el secano interior de la región mediterránea semiárida.

En el referido estudio entregan detalladas tablas de peso de carbón de espino, de las cuales a continuación se presenta un extracto.

CUADRO III-21: Tabla de peso de carbón de Acacia caven (en kg), considerando 2 ramas aprovechables. (Fuente: Gajardo y Verdugo, 1979).

| Diámetro basal (cm) | Altura comercial (m) | | | | | |
|------------------------|----------------------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 5 | 0,7 | 1,2 | 1,6 | 1,9 | 2,2 | 2,5 |
| 10 | 2,4 | 3,9 | 5,2 | 6,4 | 7,5 | 8,5 |
| 15 | 4,9 | 8,0 | 10,6 | 13,0 | 15,2 | 17,3 |
| 20 | 8,1 | 13,2 | 17,5 | 21,5 | 25,1 | 28,5 |
| 25 | 12,0 | 19,5 | 25,9 | 31,7 | 37,1 | 42,1 |
| 30 | 16,5 | 26,8 | 35,6 | 43,6 | 50,9 | 57,9 |

En el trabajo original se entregan tablas considerando desde 0 rama aprovechable hasta 4 ramas aprovechables. En este manual sólo se muestra un resumen de la tabla que se puede considerar como situación media, respecto al número de ramas aprovechables.

En otro estudio, correspondiente a las evaluaciones silvopastorales de Trucco (1985) (citado por Faúndez y Mieres, 1987), se indica que al eliminar un 80% de la cobertura de un espinal se produjeron 85,5 toneladas por ha de leña, las que se transformaron en 17,9 toneladas por ha de carbón. Trucco (1985) presenta además el cuadro que se transcribe a continuación.

CUADRO III-22: Producción de madera y carbón de Acacia caven al imponer coberturas diferentes de la especie. (Fuente: Trucco, 1985).

| Cobertura espino (%) | Peso (ton/ha) | | Vol. (m ³ /ha) | Carbón (Ton/ha) | Kg leña/kg carbón |
|-------------------------|---------------|-------|------------------------------|--------------------|-------------------|
| | Troncos | Ramas | | | |
| 0 | 38,3 | 47,2 | 237,8 | 17,9 | 4,8 |
| 50 | 10,1 | 22,5 | 105,8 | 6,8 | 4,8 |

3.3.3.4 Cryptocarya alba (Peumo)

Su madera es una de las que posee mejores características tecnológicas de todas las especies arbóreas esclerófilas. Antiguamente se le empleaba para la fabricación de hormas y tacos de zapatos (Matte, 1960; Vita, 1966). La corteza es rica en taninos y se emplea para curtir. Los frutos son comestibles. Además, la especie tiene gran valor ornamental.

Los antecedentes de producción son escasos. Matte (1960) estimó el crecimiento diametral medio en 0,8 cm/año y una rotación de 35 a 40 años, para obtener 133 m³/ha de madera. Estos datos corresponden a un bosque de fondo de quebrada, de cobertura cercana a 100%, ubicado en los faldeos del cerro Manquehue (Santiago). Los datos proporcionados por Matte (1960) corresponden a 1.305 ejemplares por ha con estructura irregular, diámetro medio de 14,5 cm y área basal de 23 m²/ha.

Según Vita (1966) un ejemplar de peumo de 28 cm de DAP tiene volumen aprovechable, para hormas de zapatos, de 0,48 m³, lo que equivale a 550,8 kg. Dicho volumen se extrae del fuste y ramas gruesas con diámetro mínimo de 20 cm.

3.3.4 Producción forrajera

Se incluye este punto dentro del bosque esclerófilo y espinales por el hecho de que la pradera anual mediterránea de Chile está asociada a dichas formaciones.

Según Cañas et al (1982), la producción promedio de las praderas naturales varía entre 0,55 y 3,5 ton. MS/ha, dependiendo la variación de condiciones climáticas y edáficas. Para la parte Norte de la región mediterránea semiárida dichos autores dan un valor de productividad de 2,03 ton. MS/ha/año, en tanto que, para la parte Sur de la región mediterránea subhúmeda el valor es de 2,48 ton. MS/ha/año.

A partir de los trabajos de Olivares y Gastó (1971) y luego Cornejo y Gándara (1980) se empezó a cuantificar el aumento en cantidad y en calidad de la estrata herbácea bajo espinales. Estos últimos autores en un estudio realizado en la parte interior de la región mediterránea subhúmeda, determinaron que la máxima producción de forraje se alcanza con cobertura de espino de 30%, dando un valor mínimo de 0,48 ton MS/ha/ en Junio hasta llegar a un máximo de 6,0 ton. MS/ha a fines de Noviembre.

En la misma región Ovalle y Avendaño (1984 a) obtuvieron la máxima producción bajo cobertura de 80% y esta alcanzó cerca de las 4,0 ton. MS/ha.

3.4 Palma chilena (*Jubaea chilensis*)

3.4.1 Crecimiento

Rubinstein (1969) estimó en Ocoa (sector interior de la región mediterránea semiárida) un crecimiento medio anual en altura de 30 cm, basándose en observaciones de individuos a los cuales se les conocía la edad. Por su parte, González (1985) realizó un estudio preliminar en Cocalán (sector interior de la región mediterránea subhúmeda), el cual indica que, en la primera etapa de desarrollo, en que el ejemplar crece en diámetro hasta formar el estípite, se requieren 12-14 años, edad en que se alcanza el diámetro basal de la palma adulta y produce hojas de tamaño adulto.

Luego viene un período en que se indica el crecimiento en altura en forma lenta al comienzo, 3-5 cm anuales, aumentando paulatinamente hasta alcanzar una tasa de 8-9 cm anuales cuando ya ha alcanzado 1 m de altura de estípite, tasa que se mantiene por dos o tres décadas.

La tasa máxima de crecimiento se alcanzaría a los 45-50 años, con 10 cm anuales.

Debido a las características de esta monocotiledónea no es posible efectuar análisis de tallo y un mayor conocimiento al respecto sólo se logrará mediante la instalación de parcelas permanentes.

3.4.2 Producción

Solamente existen antecedentes cuantitativos para la producción de miel realizado por Rubinstein (1969). De acuerdo con este trabajo los rendimientos totales de miel en Ocoa alcanzan valores entre 80 y 600 litros por ejemplar. Se requieren 3,9 litros de jugo azucarado para la obtención de 1 litro de miel básica concentrada, materia prima para la miel comercial.

IV. USO PASADO, ACTUAL Y PERSPECTIVAS PARA EL FUTURO DE LOS ECOSISTEMAS MEDITERRANEOS

1. Generalidades

A pesar de su limitada extensión territorial los ecosistemas mediterráneos han tenido una gran importancia en el desarrollo de la historia de la humanidad. Civilizaciones como las Fenicias, Etruscas, Griegas, Judías, Romanas, Arabes, Cristianas, entre otras, han tenido una decisiva influencia en las actuales culturas occidentales, incluyendo su posición frente a la naturaleza (Di Castri and Mooney, 1973).

En el caso de los desiertos ubicados en las partes más áridas de los ecosistemas mediterráneos el uso de ellos es muy antiguo. Aún más, los primeros habitantes estaban ubicados en la árida Mesopotamia, Cercano Oriente y Africa del Norte (Dregne, 1970). Tanto en esos lugares, como en Sud-América, en el caso de los Incas, hubo civilizaciones que tuvieron la capacidad para usar el agua disponible en los desiertos mediante importantes sistemas de regadío.

Desde el punto de vista ecosistémico existen muchas similitudes entre las diversas regiones mediterráneas del mundo. Sin embargo, si se considera el aspecto sociocultural, las diferencias son importantes. En efecto, cada país o región ha tenido su propia historia en cuanto al uso y manejo de dichos ambientes, desarrollo de la ciencia, recursos de sus habitantes y el tipo de dependencia entre el medio y sus habitantes. De este modo, en la actualidad se tiene toda una gama de situaciones, donde en un extremo están aquellas regiones desarrolladas en que el habitante de la ciudad busca en los ecosistemas mediterráneos recreación y mejoramiento ambiental y en el otro, aquellas regiones subdesarrolladas, generalmente degradadas, donde el habitante rural depende del medio para su subsistencia.

A continuación se analizará la situación de uso de las diferentes regiones mediterráneas.

2) Región del Mediterráneo

2.1 Norte de Africa

El desierto del Sahara y la parte Norte de Africa fue ocupada en épocas prehistóricas (Dregne, 1970). En esta región, como ocurrió habitualmente en otras partes del mundo, se sucedieron una serie de civilizaciones que fueron progresando en cuanto al uso de los recursos. Así, en un comienzo la actividad consistía en caza y recolección. Posteriormente, se agregó el empleo del fuego como herramienta para abrir los densos matorrales de maquia y garrigas con el propósito de aumentar el área de pastizales para la caza. Más adelante se inicia una agricultura y ganadería incipiente, la que luego fue intensificándose.

Posteriormente se desarrollaron civilizaciones orientales, particularmente los Fenicios 800 años A.C. Se desarrolló la agricultura de tal modo que, 200 años A.C., Túnez y Argelia exportaban cereales a Roma y Grecia. Durante la dominación Romana la agricultura prosperó y el Norte de Africa llegó a ser uno de los principales graneros de Roma. Además de cereales, se cultivaban viñas y olivos. Muchos de estos cultivos estaban en zonas con isoyetas inferiores a 200 mm. En la actualidad quedan en Libia restos de molinos y represas en zonas con 50 mm de precipitación (Dregne, 1970). De acuerdo con este autor, se presume que la agricultura de la época no consideraba aspectos de conservación de los suelos y que había sido solamente de tipo extractivo.

Según Gastó et al (1986), los romanos generaron, en toda la Cuenca del Mediterráneo donde ejercieron dominio, una demanda excesiva sobre los recursos naturales renovables. Estos autores señalan que los romanos fracasaron en lograr un equilibrio adecuado entre la sociedad y el medio natural restrictivo, necesario para el éxito de cualquier sociedad. Ello habría sido una de las causas de la decadencia y caída del imperio romano.

Se ha debatido la influencia que habrían tenido las conquistas Arabes en la desertificación. Es probable que, en el siglo VII, cuando los conquistadores Arabes tomaron dichas tierras ya estaban degradadas (Dregne, 1970). Lo concreto es que después de la caída del imperio romano hubo una declinación de la agricultura y una desecación del paisaje, situación que se prolongó por 1.300 años (Di Castri and Mooney, 1973).

La civilización de los pastores nómades se ubicó preferentemente en las estepas de la zona árida (con isoyetas de 100-400 mm) y en los bordes del desierto del Sahara (con precipitaciones inferiores a 100 mm anuales). La población nómada estaba constantemente en combate con los agricultores los cuales fueron obligados a retirarse a las zonas montañosas o al desierto. Además, durante 12 siglos hubo conflictos entre las tribus nómadas por la propiedad de las tierras de pastoreo y oasis. Estas guerras, en combinación con epidemias y hambrunas periódicas después de años de sequía, produjeron un cierto equilibrio entre la capacidad de producción de las estepas y la densidad poblacional humana y animal (Dregne, 1970).

Las conquistas coloniales durante la segunda mitad del siglo XIX y la primera mitad del siglo XX rompieron dicho equilibrio mediante el establecimiento de la paz y la introducción de mejoras higiénicas y medicinales (Dregne, 1970). El resultado fue una explosión

demográfica la cual sólo se compensó en pequeña proporción con el progreso de las técnicas agrícolas (Dregne, 1970).

La consecuencia de este acelerado aumento poblacional en la zona árida mediterránea del Norte de Africa ha sido la reducción de la productividad de los ecosistemas. En la actualidad se plantea el problema de como desarrollar una ancestral economía de subsistencia para transformarla en una economía de producción (Dregne, 1970).

2.2 Israel

El desierto del Negev, ubicado al Sur del estado de Israel, fue utilizado por Abraham, asentándose en un oasis donde en la actualidad se encuentra situada la ciudad de Beersheva. Las ciudades Nabateas que florecieron en el Negev entre los siglos IV A.C. y VII D.C., vendían sus cosechas a altos precios a los comerciantes que pasaban por el Negev entre la India y Roma. Los Nabateos concibieron ingeniosos métodos de cultivo de cereales, hortalizas y frutales en áreas con 50 a 100 mm de precipitación anual (Orni y Yaalon, 1970).

La corta de vegetación leñosa con fines combustibles domésticos es muy antigua en la zona. También se empleaba madera para el procesamiento del oro, construcción de viviendas y de templos. De este modo, 2.600 años A.C. se exportaba madera de Israel. Durante el período del Rey Salomón (1.000 años A.C.) se cortaron cedros del Líbano (Di Castri and Mooney, 1973).

En la época de los Romanos, en que hubo un gran desarrollo tecnológico, en Israel habitaban más de cinco millones de personas (Di Castri and Mooney, 1973).

Al igual que en Africa del Norte, la caída del imperio romano significó la declinación de la agricultura y desertificación. Sobrevino una época de conquistas (Arabes, Cruzadas y el Imperio Turco).

La desecación del paisaje se tradujo en una disminución de la población en Israel la cual, a fines del siglo XIX era de sólo 200.000 a 300.000 personas.

De acuerdo con Orni y Yaalon (1970), la colonización de los judíos en Palestina se inició en el siglo pasado, Orni y Yaalon señalan que el Barón Edmundo de Rothschild, asesorado por expertos franceses, inició la desecación de zonas pantanosas mediante la plantación de Eucalyptus spp y zanjas de drenaje. Los técnicos del Barón recomendaron adoptar los métodos de cultivo agrícola utilizados en el sur de Francia. Ello ocurrió en las décadas del '80 y del '90 del siglo pasado.

Durante la Primera Guerra Mundial se produjo una gran extracción maderera en el Cercano Oriente, cuando los Turcos requerían de madera y combustibles para su armada y ferrocarriles. En general, las guerras han significado destrucción de la vegetación leñosa, debido a la necesidad de madera y de eliminación de escondites (Di Castri and Mooney, 1973).

Durante el mandato Británico, entre las dos Guerras Mundiales, se intensificó el desarrollo tecnológico que se había iniciado bajo la dominación Turca (Di Castri and Mooney, 1973).

Las primeras colonias en el Negev se establecieron en 1943. Se plantaron frutales en las partes más bajas de una concavidad rodeada de un pequeño paredón de tierra, de modo que la escasa lluvia convergiera hacia el árbol ("microcuencas") (Orni y Yaalón, 1970).

Con la creación del Estado de Israel en 1948, se aceleró el proceso tecnológico creciendo la población de menos de un millón de habitantes a más de tres millones.

La colonización Israelita implicó la recuperación de tierras, drenaje de pantanos, conversión de tierras bajas y planas a ecosistemas de agricultura intensiva con campos regados o captación de lluvias y forestación de tierras altas y dunas (Di Castri and Mooney, 1973).

En las nuevas poblaciones que se han instalado en el Negev y en el Valle del Jordán se realizan plantaciones forestales no solamente para rodear con sombra cada vivienda sino también en forma de macizos de árboles que rodean a los poblados, creando cinturones verdes para disminuir el efecto del desierto (Epstein, 1980). Este es un nuevo objetivo de las forestaciones, mejoramiento ambiental en zonas desérticas y áridas, concepto que ha tomado mucha importancia en los últimos años.

En los años recientes, la intensificación de los usos agrícolas, urbanización e industrialización ha significado una rápida pérdida de espacios abiertos con ecosistemas naturales diversificados. Este proceso se está agravando por los monocultivos de algodón y trigo que constituyen una degradación visual e implican el aumento de fertilizantes químicos, herbicidas y pesticidas y la consiguiente contaminación del agua, suelo y aire (Di Castri and Mooney, 1977). Esto se ve agravado por el rápido aumento de la población (4% anual), alta densidad de población en la parte costera, aumento de la demanda eléctrica y de vehículos motorizados. Sin embargo, existe conciencia de protección ambiental y ya en 1968 habían 13.000 ha de áreas protegidas (Di Castri and Mooney, 1973).

En la actualidad el principal beneficio para las poblaciones locales de las partes altas del Mediterráneo Este es la utilización primaria vegetal para vacunos, ovejas y cabras. Sin embargo, dadas las condiciones de manejo su producción es baja y su efecto es degradante para el ecosistema (Naveh, 1982).

La cabra es el animal más adaptado a los terrenos escarpados y plantas lignificadas y ha constituido la principal fuente de ingresos en las praderas del Mediterráneo Este.

Como ha sido habitual en otros lugares, en Israel se ha tratado de mejorar las praderas, lográndose aumentar la producción de pasto en más de tres veces, mediante el empleo de cercos, siembras y abonos (Naveh, 1982). Sin embargo, en ecosistemas mediterráneos áridos y semiáridos este sistema implica una gran dependencia de las fluctuaciones climáticas estacionales y anuales propias de dichos ecosistemas.

Por otra parte, los arbustos esclerófilos producen alimento en la época seca y en años secos, pero su valor nutritivo y palatabilidad es muy baja.

Considerando la situación anterior más lo ya señalado en relación al aumento de la demanda de los habitantes de las tierras bajas por la recreación en las partes altas, en Israel se han llevado a cabo conversiones silvopastorales recreacionales mediante plantaciones de bosques parques seminaturales, multiestratificados, similares en estructura y estabilidad a la maquia semiabierta, pero de mayor valor económico, recreacional y ornamental (Naveh, 1982). Este programa de manejo de tipo múltiple de las partes altas, en que ni la ganadería ni la forestería por si sola pueden proporcionar soluciones socioeconómicas satisfactorias, constituye una particularidad de Israel en relación al resto de los ecosistemas mediterráneos.

De acuerdo con Naveh (1982) programas de este tipo requieren de una comprensión regional y nacional y deben estar basados en investigaciones básicas sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas mediterráneos de montaña, tal como lo ha visualizado el programa MAB. Naveh (1982) plantea que se debe formar una nueva generación de profesionales del manejo interdisciplinario que reemplacen a los profesionales con criterio unilateral.

2.3 Grecia

Los griegos desarrollaron una cultura mediterránea y originaron algunos de los elementos y costumbres que en la actualidad existen en las zonas de clima similar de Chile (Gastó et al, 1986). Según estos autores, los griegos alteraron severamente el ecosistema donde vivían, agotando importantes recursos naturales, lo cual probablemente contribuyó a su decadencia.

El paisaje del mundo helénico que se conoce en la actualidad es en alto grado el resultado de acciones humanas llevadas a cabo en el pasado (Gastó et al, 1986). Uno de los efectos más importantes fue durante el período clásico entre los años 600 a 200 A.C. Los árboles se usaban como combustible doméstico, en procesos industriales, en la manufactura de objetos de arcilla y en fundiciones mineras. Además, la madera se usaba en construcciones, mueblería y herramientas. Según

Gastó et al (1986), Homero, Platón y otros autores se refirieron a este tema en su época.

En la actualidad Grecia, al igual que otros países de la Región del Mediterráneo, presenta déficit en la producción de combustibles, madera y papel. Por otro lado, se gastan grandes sumas de dinero en el combate de incendios. Debido a ello se han planteado la explotación del matorral para biomasa (Margaris, 1982). Considerando que la producción de biomasa es de 60 ton/ha, con la explotación de un 10% de la superficie anualmente se obtendría el equivalente al 40% de las importaciones de petróleo. Debido a problemas de energía se ha debido restringir el uso de vehículos y de la calefacción (Margaris, 1982).

La especie dominante del matorral en Grecia es Quercus coccifera, formación que cubre un 15,4% de la superficie nacional. El principal uso de dichas zonas ha sido durante mucho tiempo la ganadería, principalmente caprina. También el uso como combustible ha sido intenso. Pero, en ambos casos la utilización ha sido intensiva e inadecuada. Ello, unido a la ocurrencia de frecuentes incendios, ha disminuído sensiblemente su productividad, con una fuerte pérdida de suelos (Liacos, 1982).

Los especialistas plantean el uso múltiple de los arbustos siempreverdes esclerófilos para producir leña, forraje, agua, paisajismo y recreación. En la zona costera, estos dos últimos pueden justificar la exclusión de cualquier otro uso (Liacos, 1982).

En el caso de la ganadería, la alta carga animal por hectárea ha producido degradación. A menudo se ha usado el fuego para mejorar la producción de forraje. Mediante la quema de la parte aérea del arbusto, éste se rejuvenece y se mejora el forraje producido. Aparte de lo anterior, la única práctica de manejo consiste en la exclusión de áreas que se deciden proteger, lo cual opera a una escala muy reducida (Liacos, 1982).

Para el mejoramiento de la producción forrajera solamente se está trabajando a una escala experimental. En la zona de matorral arbustivo se han realizado experiencias que han permitido aumentar hasta cuatro veces la carga animal. Se están investigando estructuras y formas de vegetación más productivas.

De acuerdo con Liacos (1982) el principal escollo para el desarrollo ganadero es cambiar las costumbres de los pastores. Es casi imposible persuadir a los pastores, especialmente a los pequeños que tienen 100 a 200 animales, de distribuir el ganado en el tiempo y en el espacio, de acuerdo a un plan de manejo.

En la zona se usa forestación con Pinus halepensis, P. pinaster y P. brutia. Los rodales permanecen abiertos durante gran parte de la rotación, promoviéndose un subpiso arbustivo, de hierbas o bien, de ambos. Este sotobosque ejerce, bajo las condiciones ecológicas imperantes en la zona, una extremadamente alta competencia hacia el

bosque, lo que se traduce en una disminución del crecimiento, agotamiento de la humedad del suelo y pronunciada desecación de la biomasa en el período estival. Ello genera un aumento del peligro de incendios (Liacos, 1982).

2.4 Francia

Francia, después de Yugoslavia, es el país de los que rodean al mar Mediterráneo que tiene la menor proporción de bosques y matorrales mediterráneos en relación a la superficie forestal total. En efecto, sólo un 16% corresponde a dichos ambientes. No obstante, en los últimos años el interés por esas zonas ha aumentado en forma muy significativa.

En la actualidad, la formación vegetal que predomina en la zona mediterránea francesa es la garriga de Quercus coccifera (Chêne Kermès). De acuerdo con Quezel (1979), dicha formación se extendió con posterioridad al siglo XIII y constituye una situación de equilibrio con los incendios de origen humano en relación con los requerimientos de la industria, agricultura y ganadería.

La garriga se utiliza para una ganadería de tipo extensivo, con una capacidad de carga animal de 0,5 ovejas/ha o bien, se encuentra abandonada. Desde hace algunos años, universidades del Sur de Francia están desarrollando investigaciones tendientes a aumentar el valor pastoral de dichos terrenos. Por ejemplo, el Centro de Estudios Fitosociológicos y Ecológicos de Montpellier ha realizado experiencias logrando aumentar la carga animal hasta 3,5 ovejas/ha (Poissonet et al, 1982).

El Ministerio de Agricultura, a través de su organismo encargado de la gestión de los terrenos forestales estatales, el Office National des Forêts (ONF), está realizando, desde fines de la década del '60, un programa de desarrollo turístico en la región, dentro del marco de un programa interministerial. El objetivo es promover el turismo en la Región de Languedoc que se encuentra ubicado en la parte occidental de la costa mediterránea, desde Marsella hacia España. Para ello se han construido complejos turísticos completamente nuevos, como por ejemplo La Grande Motte. El ONF ha instalado cortinas cortavientos en los centros poblados y bosquetes de coníferas (Cedrus, Cupressus, etc.) cerca de carreteras importantes y playas, a modo de interrumpir el paisaje predominantemente arbustivo.

Por su parte, el INRA (Institute Nationale de la Recherche Agronomique), organismo de investigación silvoagropecuaria dependiente del Ministerio de Agricultura, instaló una sede en Avignon, con el firme propósito de preocuparse del desarrollo de la región mediterránea. A partir de 1979 publican la revista Forêt Méditerranéenne, la cual, a pesar de su corta existencia, ha alcanzado gran prestigio internacional.

2.5 España

En el pasado, la intervención del hombre en los ecosistemas mediterráneos de España condujo inevitablemente, al igual que en Grecia, Roma y demás regiones circundantes del mar Mediterráneo, a un deterioro intensivo de los recursos naturales del suelo, vegetación y fauna, debido al efecto combinado de sobreutilización del ecosistema con cultivos, ganadería y cosecha de leña (Gastó et al, 1986). Esta situación hizo crisis en el siglo XV, cuando la productividad del ecosistema llegó a hacerse insignificante. Ello obligó a tomar medidas de protección de las dehesas (el término dehesa deriva de la tardolatina *defensa*) con el propósito de mantener la producción textil basada en ovinos, en la cual España mantenía un liderazgo, tanto en lo ganadero como en lo industrial (Gastó et al, 1986).

Actualmente, España es lejos el país del Mediterráneo que tiene la mayor superficie de bosques y matorrales mediterráneos de la región. En efecto, 16.049.000 ha están cubiertas por dichas formaciones que corresponden al 60% del total de los terrenos forestales del país.

En España, lo mismo que en Portugal y en la Isla de Cerdeña, se presenta una situación que en superficie involucrada no tiene equivalente en otro lugar del mundo. Las actuales dehesas (bosques abiertos tipo sabana con pastizales) constituyen ecosistemas semiartificiales que se encuentran en equilibrio desde hace dos mil años. Dicho sistema de producción aparece mencionado en escritos griegos y romanos (Carrera, de Simón, Fisac, 1982).

En España ocurrió el típico ciclo que se ha presentado en muchos lugares del mundo. Se comienza con una etapa en que los bosques satisfacen plenamente los requerimientos de madera de las poblaciones locales. Luego viene una deforestación combinada con un aumento de las necesidades de una población creciente lo que trae como consecuencia la iniciación de una etapa de conservación de los recursos. Esta última etapa ocurrió en España a mediados del siglo XIX con la creación del Cuerpo Forestal (Carrera, de Simón, Fisac, 1982).

La Escuela Forestal española tuvo su origen en la Escuela alemana; sin embargo, pronto se adaptó a la realidad mediterránea, tomando en consideración otros productos aparte de la madera, típicos de dichos ambientes: corchos, resinas, además de la protección del suelo. (Carrera, de Simón, Fisac, 1982).

En 1930 se empezaron a considerar los efectos indirectos del bosque: estéticos, recreacionales, ambientales. Así, se ha alcanzado la presente consideración del bosque como productor de usos múltiples.

El árbol más típico de España es el Quercus ilex del cual existen 1.400.000 ha de monte alto y 856.000 ha de monte bajo. En ambientes más húmedos crece el Quercus suber. Con estas especies se emplea un

sistema silvopastoral bajo la forma de dehesas de las cuales se obtienen productos madereros, tales como corteza (corcho) y leña; bellotas y pastizales que sirven de alimento para cerdos, ovejas y bovinos (Carrera, de Simón, Fisac, 1982).

En la actualidad, el ICONA (Instituto para la Conservación de la Naturaleza) está realizando trabajos de reconstitución de bosques de Quercus ilex mediante una combinación de métodos de regeneración natural y artificial. Las forestaciones con dicha especie y con Pinus halepensis consideran la mantención parcial de la maquia, particularidad que también se observa en la isla de Cerdeña y en la isla Elba.

El ICONA publica desde hace años el prestigioso Boletín de la Estación Central de Ecología, como asimismo, el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA), lo hace con los Anales INIA y Comunicaciones INIA (Serie Forestal).

2.6 Análisis general de la Región del Mediterráneo

Los ecosistemas mediterráneos del Norte de Africa, Cercano Oriente y Sur de Europa se diferencian de los otros ecosistemas de este tipo en que tienen lejos la historia más larga de uso humano muy intensivo (Duhme and Hinckley, 1982).

Según Le Houérou (1980) el impacto del hombre y de sus animales se hizo sentir principalmente durante la revolución neolítica, la época del Imperio Romano y el período actual. En opinión de dicho autor, contrariamente a lo que se ha escrito a menudo, las civilizaciones de pastores y de beduinos han tenido un efecto mucho menos desastroso sobre la vegetación mediterránea que los períodos de prosperidad económica y de expansión de una población sedentaria. Le Houérou (1980) señala que "los sedentarios son infinitamente más destructores por la simple razón de que ellos son mucho más numerosos".

Más de cien especialistas que se han dedicado a estudiar aspectos ecológicos de la región del Mediterráneo reconocen unánimemente que en el Mediterráneo y en los desiertos adyacentes se produjo una aridificación del clima entre los años 2.000 y 500 A.C. De acuerdo con Le Houérou (1980), se puede afirmar que la vegetación del Mediterráneo está en regresión desde el neolítico, con alternancia de períodos de intensa degradación en épocas de calma política, de prosperidad económica y de expansión demográfica con períodos de recuperación como consecuencia de disturbios tales como guerras (aunque bajo este estado la situación se revierte un poco), hambruna, epidemias, acontecimientos que se caracterizan por la regresión económica, demográfica y, a veces, por el retorno a la vida nómada de poblaciones sedentarias.

Desde a lo menos 2.500 a 4.000 años atrás, los pastores y cultivadores han tenido el hábito de incendiar el bosque para obtener mejores pastizales y terrenos para cultivos. El fuego, junto con el sobrepastoreo y las cortas, ha sido el principal enemigo del bosque mediterráneo. El sobrepastoreo, al eliminar las plántulas, retarda o impide toda regeneración después del fuego o del roce (Le Houérou, 1980).

Hacia mediados del siglo XIX, con el desarrollo de nuevas tecnologías, el fuego se empezó a usar cada vez menos para habilitar terrenos. Solamente los pastores han continuado con esta práctica.

A mediados del siglo XIX habían desaparecido no menos de las tres cuartas partes del bosque mediterráneo. Este proceso se frenó en cierta medida a fines del siglo pasado cuando se tomó conciencia del valor ecológico y económico de los bosques. En esa época se introdujo el carbón como calefacción y se crearon servicios forestales en algunos países que circundan el Mediterráneo. Sin embargo, los funcionarios forestales desalentados por la baja productividad y el lento ritmo de recuperación de la mayoría de los bosques mediterráneos, dirigieron sus esfuerzos hacia otras regiones más favorables. Hasta sólo en las últimas décadas, se ha empezado a trabajar en forma significativa en silvicultura en la región (Quezel, 1982).

El hecho de que los bosques mediterráneos compartan muchas características que sólo ellos tienen hizo surgir la necesidad de cooperación regional. Ya en 1911 se pensaba en la idea de cooperación mediterránea en el sector forestal, lo que se concretizó en 1922 cuando, un grupo de profesionales forestales y naturalistas procedentes de Francia, Italia, Yugoslavia y España, se reunieron en Marsella para establecer la Liga Forestal Mediterránea con el nombre de "Silva Mediterránea" (Ben Salem, 1986).

En 1948, Silva Mediterránea se convirtió en órgano auxiliar de la Comisión Forestal Europea con el nombre de Sub-Comisión de Problemas Forestales del Mediterráneo. En 1970 cambió su nombre por Comité CFA/CFE/CFEO sobre Cuestiones Forestales del Mediterráneo-Silva Mediterránea. La entidad, desde su origen, se había reunido en doce ocasiones (Ben Salem, 1986).

La 12a. reunión se realizó entre el 2 y el 6 de Diciembre de 1985 en La Grande-Motte, Montpellier, Francia (Silva Mediterránea, 1985 a). En dicho evento se destacó que la explotación defectuosa de los recursos que ha afectado durante siglos la región del Mediterráneo, parece ser que se ha acentuado. Si en Africa del Norte y en Oriente Medio el crecimiento demográfico provoca la sobreexplotación y la degradación acelerada, la situación no es mejor al Norte del Mediterráneo, donde los incendios, la especulación en el uso de la tierra y la incontenible afluencia masiva de visitantes están provocando graves daños (Silva Mediterránea, 1985 a). En la reunión también se señala un aumento considerable de la demanda de productos industriales, de

bienes forestales no industriales y de servicios ambientales. Se destaca el caso de la leña, que durante mucho tiempo seguirá siendo en muchos países un producto fundamental.

Para hacer frente a esta situación especialmente difícil del sector forestal, se ha ido imponiendo una nueva estrategia de desarrollo. Esta estrategia podría describirse con una integración del sector forestal en los demás sectores, sobre todo con el de la agricultura y la ganadería. Además, tal estrategia debe basarse en la participación activa de las poblaciones rurales (Silva Mediterránea, 1985 a). Por tal motivo, ahora se habla de ordenación del espacio, más bien que de ordenación forestal. Este nuevo enfoque de ordenación integrada, aparte de los fines estrictamente económicos, incluye también los objetivos de utilidad social. Permite aplicar los sistemas agrosilvopastorales y desarrollar el llamado "turismo verde" (Silva Mediterránea, 1985 a).

A fines de Septiembre de 1987, se realizó en Zaragoza, España, la 13a. sesión de "Silva Mediterránea". Al momento de elaborar el presente manual, aún no se disponía de los documentos emanados de dicho evento.

En la época actual, desde el punto de vista de ocupación del suelo, se pueden distinguir dos tendencias opuestas. En los países desarrollados del Sur de Europa existe una reducción de las superficies cultivadas por abandono de las tierras marginales, es decir, aquellas que presentan fuerte pendiente y baja productividad. Estas evolucionan hacia la garriga y luego hacia el bosque. Al mismo tiempo hay un abandono progresivo del pastoreo extensivo, una generalización del monocultivo vitícola y extensión de cultivos de frutales y legumbres (Le Houérou, 1980). Además, hay una extensión de las zonas residenciales en la periferia de grandes ciudades y de residencias de veraneo, muchas de las cuales pertenecen a personas de otros países (Alemanes, Belgas, Holandeses, Suizos). Otro hecho es la descentralización hacia la zona mediterránea de empresas de alto nivel tecnológico y de institutos de investigación (Le Houérou, 1980).

En otros términos, la zona mediterránea se presenta como una región de acogida preferencial de la sociedad post-industrial del siglo XXI (Le Houérou, 1980).

En los países en desarrollo, todos los del Norte de Africa, Chipre, Turquía, Cercano y Medio Oriente, la tendencia es exactamente a la inversa de los países desarrollados debido a la explosión demográfica que los caracteriza. Los bosques están en regresión a una tasa de 1-2% anual, en tanto que las superficies cultivadas aumentan. En estos países el aumento de la producción agrícola no se ha obtenido por el crecimiento de los rendimientos, como ocurre en los países desarrollados, sino por la extensión de las superficies cultivadas (Le Houérou, 1980).

3) Sud-Africa

De acuerdo con Di Castri and Mooney (1973), los ecosistemas mediterráneos de esa región fueron sometidos a caza y recolección por los antiguos habitantes. Los europeos, en la segunda mitad del siglo XVII introdujeron la ganadería, lo que significó un desplazamiento de las actividades anteriores. Los cultivos se han realizado en forma intensiva y se han concentrado en las partes aluviales bajas. En las pendientes mayores no hay ganadería comercial ni agricultura de secano importantes. Por consiguiente, el matorral en los cerros de la parte mediterránea de Sud-Africa, es la menos modificada del mundo.

Además de lo anterior, en la parte mediterránea de Sud-Africa, a diferencia de otras regiones mediterráneas del mundo, no existe explotación minera (Kruger, 1982).

Las áreas silvestres se usaron parcialmente con fines pastorales hasta 1950. Aún persisten algunos sectores con pastoreo muy elemental, el cual se realizó en forma estacional (Kruger, 1982).

En los últimos 10 a 15 años existe una tendencia hacia la explotación de flores silvestres, actividad que mantiene una industria de exportación de flores con interesantes retornos económicos. Existen especies esclerófilas que producen flores de 15 cm de tamaño. Este uso tiende a ser solamente de tipo extractivo, sin considerar un criterio de rendimiento sostenido (Kruger, 1982).

Aparte de lo señalado en el párrafo anterior, los ecosistemas montañosos mediterráneos de Sud-Africa, en la actualidad tienen dos objetivos: manejo para la producción sostenida de agua limpia y recreación, ambas actividades bajo un criterio de conservación. El control de incendios constituye un objetivo general. La quema controlada se usa como herramienta de manejo (Kruger, 1982).

En el manejo de cuencas se trata de controlar la invasión de especies leñosas exóticas no apropiadas para la producción de agua. La invasión se produce a través de incendios. Las especies invasoras más importantes son Pinus pinaster y Acacia spp. Estas especies producen una significativa declinación de la producción de agua en las cuencas. Además, se considera que producen una disminución de los valores estéticos y recreacionales. Por otra parte, se agrava el problema de incendios. Los pinos se están controlando mediante la corta y la quema de los ejemplares (Kruger, 1982). Situación similar a la descrita en Sud-Africa ha ocurrido en Chile con Pinus radiata, en la precordillera de los Andes, en el Cajón del Maipo. Luego de incendios ocurridos en la década del '60 en el sector El Canelo, plantaciones de pino ubicadas en las partes bajas colonizaron la parte superior de la cuenca, en medio del tallar del bosque esclerófilo. Probablemente las semillas ascendieron mediante las corrientes de convección durante el incendio.

4) Australia

Desde hace 20 a 30 milenios y hasta hace poco más de cien años, la parte árida de Australia tenía una población de aborígenes muy dispersa. Dichos aborígenes eran cazadores y recolectores de plantas silvestres. No cultivaban ni mantenían animales herbívoros; vivían en equilibrio con el medio y tenían poco impacto en él (Dregne, 1970). En la parte mediterránea usaban el fuego como herramienta (Di Castri and Mooney, 1973).

La colonización europea se inició recién en 1828 en la parte Oeste de Australia. Los primeros colonos eran pocos. Introdujeron ovejas, cabras y conejos, los que empezaron a usar las praderas que antes eran utilizadas por los marsupiales (Dregne, 1970).

Debido al corto periodo de colonización en relación a las otras regiones, la mayor parte de la Australia árida está actualmente en buena condición. Sin embargo, el impacto de poco más de un siglo de ocupación europea ha sido mayor que el de milenios de aborígenes (Dregne, 1970).

Australia es un país que posee una enorme superficie territorial en relación a los 16 millones de habitantes, de los cuales sólo el 3% vive en las zonas áridas, las que ocupan un elevado porcentaje de la superficie total (aproximadamente las dos terceras partes del territorio reciben menos de 400 mm anuales). La mayor parte de la población vive en la zona costera del SE., la cual produce suficiente alimento y fibra para las necesidades de la población y tienen reservas para expandir enormemente su producción. En este sentido, la parte árida para los australianos es un enorme apéndice de la zona costera SE., motivo por el cual es una zona poco desarrollada, en términos de población e infraestructura (Dregne, 1970). Lo anterior explica, además, el escaso desarrollo turístico del desierto australiano, pese a su alto potencial.

La zona árida australiana se utiliza principalmente para ganadería ovina en propiedades de grandes extensiones arrendadas a largo plazo al gobierno. Los animales permanecen todo el año en el mismo sector, sin que exista un sistema de ordenación espacial del ganado. No obstante, se debe señalar que la carga animal por hectárea no es alta.

En la zona mediterránea del mallée ubicada en ambientes menos áridos que el anterior, el principal uso de la tierra también ha sido el pastoreo con ovejas. En las áreas más húmedas los Eucalyptus y otras especies arbustivas del mallée fueron eliminados en beneficio de pastizales introducidos. En algunos sectores de aridez intermedia se efectuaron siembras de trigo y en áreas limitadas se establecieron frutales y vides (Di Castri and Mooney, 1973).

En ciertos sectores de la zona mediterránea de Australia, el sobrepastoreo ha hecho desaparecer la estrata arbórea por falta de regeneración. Ello ha ocasionado problemas de aumento del nivel freático. Se debe recordar que la topografía general es plana. Una de las universidades está investigando la reconstitución de la estrata arbórea mediante forestación, bajo un criterio silvopastoral. En vez de especies del género Eucalyptus, de las cuales hay mucha oferta de madera, se está usando Pinus radiata.

Actualmente las zonas mediterráneas de Australia tienen la más baja población mundial entre las regiones mediterráneas. A lo anterior se une el hecho de ser una zona con relativa falta de relieve. No obstante, existe una cierta alteración del ecosistema (Di Castri and Mooney, 1973).

5) California

Aunque fue descubierta por los españoles al mismo tiempo que Chile, California no fue poblada por ellos hasta fines del siglo XVIII.

La población indígena, que ocupaba el área por más de un milenio, era cazadora, pescadora y recolectora de vegetales. Eran el principal elemento del ecosistema y lo afectaban fuertemente con el fuego y la cosecha particular de algunas especies, pero vivían en equilibrio con el medio (Di Castri and Mooney, 1973).

Los primeros españoles exploradores llegaron en 1769 y establecieron la Misión de San Diego. Durante la primera etapa, el impacto del hombre sobre el chaparral se concentró en un radio de 15 km alrededor de misiones y pueblos. El chaparral era solamente fuente de caza (Tyrrel, 1982).

En el momento de la adscripción de California a Estados Unidos y la casi coincidente fiebre del oro, en 1849, la región tenía una ganadería extensiva y una agricultura limitada (Tyrrel, 1982). Los criadores de ovejas consideraban sin utilidad al chaparral, a menos que se quemara. Para los mineros, era fuente de carbón para procesar el oro.

De los desiertos de Estados Unidos, el único que los pioneros no colonizaron, fue el de Mojave, desierto arenoso, ubicado en la zona mediterránea y que es el más seco de la nación (National Science Foundation, 1977).

En 1850, en San Francisco y tres décadas más tarde, en la parte Sur de California, se produjo un gran cambio al aumentar la cerearicultura. A partir de 1880 se desarrolló la fruticultura, estimulada por el comercio a través del ferrocarril con el resto de Estados Unidos.

En esa época, el mejoramiento del estándar de vida de los habitantes, significó un retroceso de los cultivos de secano de las laderas hacia los sectores planos más fácilmente accesibles y mecanizables. Muchas

de las tierras abandonadas se recuperaron reconstituyéndose el chaparral. Algunas se mantuvieron como áreas de pastoreo extensivo mediante grandes ranchos, lo que permitía efectuar un manejo y evitar el sobrepastoreo (Di Castri and Mooney, 1973).

Hacia fines del siglo XIX ya se consideraba el chaparral como fuente de agua para el riego de los valles productores de frutales y cítricos (Tyrrel, 1982).

En 1892 se establecieron las primeras reservas forestales de la región en Los Angeles y San Bernardino, con el propósito fundamental de proteger las cuencas de los incendios. A diferencia de lo ocurrido en otras regiones, la creación de las reservas en California surgió de la solicitud de la población local (Tyrrel, 1982).

A principios del siglo XX se empezó a sistematizar y organizar el control de incendios en el chaparral. Con el advenimiento del automóvil, entre 1910 y 1920, se incrementó el uso de las cuencas con fines recreacionales, lo que provocó un aumento de los incendios. En un sólo gran incendio, que afectó a los cuatro bosques nacionales del Sur de California, se quemaron 370.000 ha, sin considerar los terrenos privados (Tyrrel, 1982).

Durante la Depresión de la década del '30 se formaron los Cuerpos Civiles de Conservación, los cuales efectuaron diferentes trabajos de mejoramiento en los Bosques Nacionales, tales como: construcción de cortafuegos, torres de observación, reforestación de áreas quemadas, construcción de facilidades para la recreación, caminos, mejoras para el pastoreo y la vida silvestre, etc. Se produjo una disminución de los incendios, situación que se mantuvo durante la década del '40 (Tyrrel, 1982).

En el caso de los desiertos del Oeste de Estados Unidos, la segunda Guerra Mundial y los años siguientes significaron un período de prosperidad, debido a que en ellos se establecieron industrias de la defensa y bases militares. Luego llegaron a la zona grandes cantidades de turistas e inversionistas.

En la actualidad, el desierto de Mojave es tal vez el más intensamente utilizado del mundo, con desarrollados predios agrícolas de riego (National Science Foundation, 1987).

En la década del '50 se produjo un considerable aumento de la población en California, con el consiguiente mayor uso de los Bosques Nacionales y el aumento de los incendios y sus consecuencias: erosión y pérdidas de agua (Tyrrel, 1982).

A fines de la década del '50 se empezó a desarrollar el concepto de remoción del chaparral y reemplazo por pastos para reducir el peligro de incendios y aumentar la producción de agua (Tyrrel, 1982).

De 1960 a 1970 nuevamente se duplicó la población, llegando a 12 millones, gran parte de la cual se instaló en los valles y bases de cerros de las cuencas con chaparral. Los incendios empezaron a afectar las propiedades privadas, lo que indujo en la ciudadanía y el Congreso la comprensión de la importancia del adecuado uso de la tierra y una planificación y tratamiento de las áreas de chaparral. En la actualidad, con más de 13 millones de habitantes ha aumentado la necesidad de vivir en armonía con el chaparral (Tyrrel, 1982).

El caso del chaparral de Arizona es diferente al de California. A pesar de no corresponder a un ecosistema tipo mediterráneo es conveniente referirse brevemente a él, para establecer las diferencias que se producen. Desde que fue descubierto por los primeros exploradores en 1860 llamó la atención la calidad de los pastos perennes de Arizona, lo que permitió el inicio de ganadería, a base de bovinos, en 1870. El ganado fue incrementándose, lo que produjo degradación de algunas praderas por supresión de pastos perennes y aparición de pastos anuales y arbustos (Bolander, 1982).

Cabe señalar que en Arizona, como asimismo en las otras zonas áridas interiores de Estados Unidos, la vegetación leñosa es considerada una maleza, la que se combate en beneficio de los pastos perennes que se desarrollan gracias a un régimen de lluvias que, aunque escaso, se presenta en época estival, a diferencia de lo que ocurre en las zonas mediterráneas.

La principal actividad de los primeros pueblos de Arizona fue la minería. En la actualidad, la ganadería y la minería continúan siendo importantes. La vida silvestre, que en un comienzo era objeto de caza de subsistencia, ahora es de caza deportiva. A diferencia de California, los pueblos son pequeños, aunque recientemente la población ha aumentado rápidamente (Bolander, 1982).

A partir de 1950 el chaparral de Arizona ha sido investigado por el Servicio Forestal para aumentar la producción de agua, forraje y recreación, a través de su modificación. Las cuencas se están tratando convirtiendo el chaparral en mosaico arbustos-pastizales para mantener la belleza escénica y la vida silvestre. Se ha estimado que sólo entre el 15 y el 20% del chaparral del sistema de Bosques Nacionales será transformado a pastizal. El resto del chaparral, ubicado en áreas menos productivas (por ejemplo, más áridas), tienen un alto costo de tratamiento en relación al aumento de la producción (Bolander, 1982).

Con respecto al chaparral de California, en el pasado el Servicio Forestal no ha tenido mucho interés en él, situación que ha cambiado en los últimos 10 a 15 años. De acuerdo con Leisz (1982) el reconocimiento del potencial de dicho recurso para satisfacer las necesidades humanas se basa en los siguientes aspectos: 1) producción de biomasa para combustible; 2) densificación de la biomasa del chaparral, que puede generar una gran cantidad de productos útiles tales como tableros de partículas y combustible; 3) el Parque Nacional San Bernardino recibe más visitantes que ningún otro parque de Estados

Unidos, no obstante que el 70% de la superficie no está con bosque; 4) el follaje de los arbustos del chaparral sirven para limpiar el aire removiendo el CO₂ y los agentes polucionantes; 5) los ecosistemas mediterráneos de California proveen habitat para más de 400 especies de aves; 6) cabras y ovejas se alimentan de muchas especies de arbustos del chaparral. Los arbustos pueden ser utilizados como ensilaje para alimento del ganado.

La crisis energética mundial estimuló a Estados Unidos, al igual que otros países, a desarrollar tecnologías para sistemas alternativos de energía. El Servicio Forestal elaboró un programa nacional de reemplazo de barriles de petróleo por energía maderera. La meta es, a partir de 1990, reemplazar anualmente 760 millones de barriles de petróleo. En este sentido el chaparral tiene un importante rol debido a la magnitud del recurso, 4.500.000 ha (Toland, 1982). De acuerdo con Riggan y Dunn (1982) una hectárea de chaparral contiene energía equivalente a 182 barriles de petróleo. Asumiendo US\$ 20 por barril, una hectárea de chaparral tendría un valor de US\$ 3.640. Como forma de aprovechamiento de la fitomasa para combustible se ha pensado en combustión directa (leña, astillas, densificación), gasificación, pirólisis, producción de alcohol o magnetohidrodinámica (Toland, 1982). La explotación del chaparral se plantea con tres alternativas: 1) Explotación y modificación permanente hacia pastos. Alternativa muy discutida por los efectos hídricos indeseable que podría ocasionar. 2) Transformación del tipo mediante introducción de especies productoras de una amplia gama de bienes; por ejemplo: Simmondsia chinensis (aceite) y Parthenium argentatum (goma energética). 3) Explotación con criterio de rendimiento sostenido mediante tala rasa parcial, que afectaría a un tercio de la unidad silvicultural anual, con rotación de 20 años (Toland, 1982).

La tremenda expansión urbana que ha afectado California en las últimas décadas se ha concentrado en áreas que eran dedicadas a la fruticultura bajo riego y en sectores de colinas circundantes a las zonas metropolitanas. Las nuevas plantaciones regadas se han debido desarrollar más bien en el desierto.

A pesar de su gran población, California mantiene extensas áreas con su vegetación natural sólo moderadamente modificada (Di Castri and Mooney, 1973). Debido a ello, el chaparral de California se distingue de los otros ecosistemas similares del mundo por presentar una vegetación leñosa y con muchos individuos en etapa de sobremadurez, lo que implica gran cantidad de material leñoso seco y el consiguiente peligro de incendio.

El efecto del fuego sobre las inundaciones y sedimentos en California es dramático. Se ha estimado que la producción de sedimentos al año siguiente del incendio puede ser 35 veces superior a lo normal y los flujos de agua pueden aumentar en 40 veces. En California, al igual que en Chile, este problema se acentúa por la presencia de altas montañas cerca del océano (Wells, 1982).

Debido al creciente aumento de la población en las regiones de clima mediterráneo, por ser lugares atractivos para vivir, continuarán aumentando las necesidades de producción de agua, pero sin incurrir en problemas de erosión (Wells, 1982).

En la parte Sur de California, Condado de San Diego, ha existido destrucción de vegetación debido a diversas causas: sobrepastoreo, mal manejo de combustibles, inundaciones; sin embargo, el desarrollo de la agricultura y de los sectores residenciales han sido las principales causas de destrucción del chaparral.

En esta parte de California del Sur, el agua continúa siendo uno de los principales valores del chaparral. El agua se produce con fines recreacionales, agrícolas, domésticos e industriales. Este valor aumenta día a día.

Además el chaparral proporciona paisajismo y recreación para los millones de residentes, a través de caza, pesca, campamento, picnic, caminatas, etc. (Tyrrel, 1982).

Como ya se indicó anteriormente, debido al manejo proteccionista de por lo menos noventa años, existen en la actualidad extensas áreas de vegetación decadente o sobremadura altamente inflamable y prácticamente impenetrable, para la vida silvestre, el ganado y el hombre (Tyrrel, 1982).

Los diversos requerimientos de los habitantes de California hacia el chaparral, algunos de ellos en aumento, como es el caso del agua y recreación, además de energía, ganadería, vida silvestre, dentro de un marco de protección contra inundaciones, control de la erosión y control del fuego, plantea la solución de problemas de uso que a veces son difícilmente conciliables. Por tal motivo, el manejo del chaparral se debe enfocar bajo un sistema integrado estudiándose los costos, beneficios y efectos ecológicos de cada alternativa. Para responder a los requerimientos de la población se debe hacer hincapié en un enfoque multidisciplinario (Leisz, 1982).

En las últimas décadas las universidades del Estado de California y el Servicio Forestal han realizado una gran cantidad de investigaciones tendientes a la obtención de información básica para el manejo del chaparral.

En 1981 se efectuó en la ciudad de San Diego el Simposio sobre Dinámica y Manejo de los Ecosistemas Mediterráneos, que reunió a especialistas de las cinco regiones con clima mediterráneo del mundo. Los trabajos presentados en dicho Simposio aparecen publicados en el General Technical Report PSW-58 del USDA Forest Service, aparecido en 1982 (Conrad and Oechel, 1982).

6) México

No obstante que sólo Baja California tiene clima con tendencia mediterránea es conveniente referirse brevemente a la situación de uso de los desiertos mexicanos de Sonora y Chihuahua por cuanto corresponde a uno de los lugares o tal vez al único lugar donde se hace el empleo más intenso y diversificado de ecosistemas arbustivos.

De acuerdo con Dregne (1970) la ocupación humana en las zonas áridas mexicanas ha sido mayor de 14.000 años y tuvo las siguientes fases culturales: cazadores, cazadores y recolectores de plantas, recolectores de plantas y agricultura primitiva. Durante los períodos de sequía prolongados existió expansión hacia la parte central Sur de México que tenía culturas mucho más desarrolladas.

Entre las plantas que se cosechaban estaban las vainas de Prosopis spp. y materiales de Agave (fibras), Opuntia, entre otras. La colonización española introdujo importantes cambios en la utilización de los recursos de las zonas áridas. Se incrementó el empleo de la vegetación leñosa y el desarrollo de la actividad minera en la región creó grandes demandas por madera y combustibles. Se introdujeron el arado y los animales domésticos. Los recursos se empezaron a usar extensa e intensamente. Según Dregne (1970) el hombre del desierto, el asno y la cabra formaron un "triumvirato" de consumo de recursos naturales.

Estudios ecológicos en la región han determinado que, no obstante que las poblaciones humanas que han explotado las zonas áridas son pequeñas, ellas han tenido un drástico efecto en la reducción de la vida silvestre, en la eliminación de los recursos praterales y en el aumento de la erosión eólica, produciéndose un empobrecimiento de la pradera (Dregne, 1970).

La explotación actual de las zonas áridas de México se puede clasificar de la siguiente manera (Dregne, 1970).

- a) Agricultura bajo riego. Debido a la topografía plana de extensas zonas y a la profundidad de los suelos, el agua proveniente de las montañas puede convertir tierras prácticamente no productivas, cubiertas de Cactáceas, en un área agrícola altamente productiva. La extensa Sierra Madre Occidental, en el Noreste de México, separa los desiertos de Sonora y Chihuahua. Recibe lluvia en verano y nieve en invierno. Se han construido represas y canales para regar más de dos millones de hectáreas y para producir electricidad.

Actualmente, los programas de riego de Baja California, Sonora y Chihuahua tienen un alto nivel de mecanización, de uso de fertilizantes y alta productividad. Se está ampliando el sistema de riego en 500 mil hectáreas para lo cual se debe solucionar un problema de salinidad que afecta a más de 200 mil hectáreas.

- b) Agricultura de secano. El programa se ubica en la zona semiárida de transición hacia la parte húmeda donde caen entre 400 y 600 mm en la época estival. En zonas de pastizales se están arando terrenos para cultivar maíz y porotos.
- c) Recolección de productos de la vegetación nativa. Este aspecto como ya se señaló, corresponde a una particularidad de las zonas áridas mexicanas. En 7,7 millones de hectáreas se generan anualmente 200 mil toneladas de productos de diversos arbustos entre los cuales se pueden mencionar: Agave sp. (produce fibra y un brevaje alcohólico, "aguamiel"), Opuntia spp., Parthenium argentatum ("guayule", goma); Larrea tridentata, ("gobernadora", principal arbusto del Desierto, curtiduría, forraje, farmacopea, etc.), además de otras. La extracción de estos productos se ha efectuado sin manejo, pero se están realizando investigaciones al respecto.

A pesar que la demanda interna por estos productos ha ido en aumento, la producción ha disminuído por la transformación de las áreas arbustivas a sistemas regados.

- d) Ganadería. En los desiertos de Sonora y Chihuahua ha existido explotación ganadera desde el periodo colonial, a base de los pastos y arbustos presentes en dichos ambientes. En las áreas de pastizales se usa preferentemente el ganado bovino; en cambio, en las áreas con predominancia de arbustos son más utilizadas las ovejas y cabras. En general, de acuerdo con Dregne (1970), estas áreas tienen bajo grado de aplicación de tecnología, bajo nivel de productividad, alta carga animal en relación al potencial de los sitios, pocos esfuerzos de mejoramiento pastoral e incipientes intentos de investigación para el manejo.

En los últimos sesenta años, México ha tratado de mejorar las obras de infraestructura (comunicaciones, electricidad, estructuras de control y distribución del agua). Al mismo tiempo, se han desarrollado actividades de educación, investigación y extensión agrarias. Existen Institutos Nacionales de Investigación en los sectores agrícola, ganadero y forestal, los cuales tienen sedes en las zonas áridas. También, en las universidades existen centros de investigación de zonas desérticas.

El resultado obtenido de las diversas instituciones ha sido Dregne (1970):

- a) Inventario y evaluación de la vegetación nativa. Se disponen de mapas de distribución y abundancia de las principales especies leñosas.

- b) Aumento de la utilización de la vegetación nativa. Por ejemplo, aumento del uso de frutos y establecimiento de plantas industriales para la manufactura de tablas para pisos y parquet de alta duración, a base de Prosopis.
- c) Aumento de cultivos de especies nativas. Se han realizado estudios genéticos y silviculturales en varias especies.
- d) Investigación con caprinos, tema muy debatido por ecologistas y conservacionistas. México tiene millones de hectáreas de vegetación arbustiva y diez millones de cabras.
- e) Producción de plantas ornamentales. Las Cactáceas tienen gran demanda por su apariencia en el mercado externo. Han debido dictarse leyes para prohibir su exportación. Se está analizando el cultivo de dichas especies.

En 1985 se realizó en la ciudad de Saltillo una Reunión sobre Manejo y Utilización de las Plantas de Zonas Áridas. El evento fue organizado a través de un convenio que mantiene el Servicio Forestal de Estados Unidos y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales de México. Los trabajos presentados aparecen publicados en el General Technical Report RM-135 (Patton et al, 1986).

7) Chile.

Para efectos de este análisis, la parte del territorio nacional comprendida dentro de este estudio, se dividirá en tres unidades: desértica, mediterráneas peráridas y mediterráneas semiáridas y subhúmedas; de acuerdo a la clasificación de Di Castri ya analizada.

7.1 Zona Desértica

A diferencia de Perú, donde la zona desértica costera es la más desarrollada del país, la población del desierto chileno es comparativamente menor y gran parte de la alimentación proviene de las zonas más húmedas del Sur.

De acuerdo con Zelaya (1970), debido a la forma alargada del territorio nacional, la zonas desérticas septentrionales han quedado en condiciones de aislamiento del resto del país. Esta marginalidad de la zona Norte ha atentado en forma directa contra la corriente migratoria que pudiera haberse desarrollado hacia la zona. Según Zelaya (1970), otras serían las posibilidades de ocupación del desierto si otra fuera la forma del país, es decir, habría otra actitud del hombre con una zona árida en medio de un territorio nacional donde impactaría más su presencia.

A lo anterior, se debe agregar que la zona centro-sur del país, la más productiva desde el punto de vista silvoagropecuario, es capaz de contener la mayor parte de los doce millones de habitantes, cantidad baja en relación a la superficie nacional.

El desierto chileno fue habilitado desde épocas prehistóricas. Los hombres siempre se agruparon a lo largo de valles, en las zonas interfluviales o en las zonas lacustres; es decir, tenían su habitat cerca del agua. Se efectuaron circuitos transhumantes entre la costa y la pampa (Zelaya, 1970).

La Pampa del Tamarugal fue conocida y denominada en dialecto indígena como "selva enmarañada" (Tarapacá). La extensión original de esta formación de tamarugo (*Prosopis tamarugo*) era muy superior a la actual, ya que se han descubierto trozos semifósiles en una amplia zona (Habit, 1980)..

En por lo menos 6.000 años *Prosopis* spp. ha estado presente en la dieta humana, tanto antes como después del advenimiento de la agricultura (maíz, papa, quínoa). El género también tuvo importancia en la construcción de viviendas, locales para almacenar, etc.

Antes de la llegada de los españoles los atacameños realizaban sus cultivos en canchones. Estos corresponden a fosas de paredes casi verticales en que se extraía la capa salitrosa hasta llegar al buen suelo. Una vez que las condiciones mejoradas de la tierra comenzaban nuevamente a volverse salinas, plantaban en los canchones tamarugos o algarrobos, abandonando luego el canchón y repetir este trabajo sucesivamente (Castro, 1986).

De este modo, los atacameños llegaron a ser uno de los primeros pueblos que se dedicaron a la forestación sistemática y, más aún, que forestaron un desierto (Castro, 1986).

En crónicas de la época colonial se describe el uso de *Prosopis* spp. para la fabricación de chicha y como carbón y ya se mencionaba la sobreexplotación del recurso por parte de los lugareños.

En 1873 se realizó el primer estudio, por Otton de Buchwald, el cual fue presentado a la Junta Central de Ingenieros de Perú. En él se recomendaba plantar algarrobo, para lo cual se realizaron estudios de productividad incluyendo mejoramiento de la pradera (Castro, 1986).

Las normas técnicas de forestación planteaban la siembra en hoyos de 30 a 40 cm de diámetro por 1,10 m de profundidad, donde se aplicaban 7 kg de estiércol como abono. El distanciamiento de forestación era de 12 x 12 m (prácticamente el mismo usado en la actualidad), considerándose un máximo de 36 ejemplares por hectárea (Castro, 1986).

Las primeras forestaciones se realizaron en Quillagua y luego en otros puntos. Se obtuvieron prendimientos de 23% (Castro, 1986).

Hasta la primera mitad del siglo pasado el desierto de Atacama no ofreció incentivos para la ocupación humana, salvo contadas poblaciones que vivieron distribuidas a lo largo de la costa o en los oasis. Sin embargo, a partir del auge extraordinario de la minería del salitre se produjo una corriente migratoria sin precedentes (Zelaya, 1970).

El desierto cobró vida, pero vida artificial, vida de campamento aprovisionados completamente desde otras zonas o desde el exterior. En dichas condiciones el hombre no pudo crear un comportamiento estable, una actitud de adaptación propiamente tal (Zelaya, 1970).

Terminada la explotación se abandonaron los campamentos. Sin embargo, muchos de los que llegaron al Norte a probar suerte se quedaron y fueron a incrementar la población estable de la región (Zelaya, 1970).

Más recientemente, la minería del cobre, que constituye la principal riqueza de la zona, ha impulsado la explotación a través de grandes compañías que han creado no ya el campamento, sino que la ciudad campamento. Ello ha tenido como consecuencia, en parte, el establecimiento de un lazo de mayor conexión y de estabilidad del hombre con el ambiente natural donde trabaja (Zelaya, 1970).

Otro rubro que ha abierto nuevas perspectivas de desarrollo es el comercio internacional. Los antiguos puertos de embarque de minerales constituyen centros poblacionales y tienen una vasta actividad de comercio hacia los países del interior (Bolivia, Paraguay, Argentina) (Zelaya, 1970).

Otro rubro es el turismo, el cual se ve favorecido por la calidad de las playas, el clima en la zona costera, las fuentes termales, las riquezas arqueológicas y los paisajes desérticos. Como otros rubros de desarrollo de las zonas desérticas se pueden mencionar la industria pesquera y la agricultura. Esta última se lleva a cabo bajo condiciones en que es posible obtener agua para riego, como es el caso de oasis y quebradas.

Desde el punto de vista silvicultural, la actividad de mayor importancia ha sido la forestación con fines ganaderos con tamarugo y algarrobo. Aparte de los trabajos realizados en el siglo pasado y los más antiguos llevados a cabo por los indígenas, que fueron mencionados anteriormente, durante el presente siglo, particulares alemanes realizaron las primeras forestaciones en la parte Norte del área de distribución de estas especies, zona de Zapiga, lo que ocurrió durante la década del '30. En 1963, la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) inició en la zona un programa forestal ganadero destinado en una primera etapa a forestar y, en una segunda, en adaptar razas ovinas, bovinas y caprinas que tuvieran como base de alimentación los frutos y las hojas del tamarugo (Burgos, 1970). Hasta 1970, CORFO forestó cerca de 22.000 ha con tamarugo, a un distanciamiento promedio de 10 x 10 m.

(Habit, 1980) realizó una recopilación de los antecedentes disponibles a la fecha sobre el programa.

En 1984 CONAF, en conjunto con la Universidad de Tarapacá y con el auspicio de FAO y UNESCO/MAB, organizó en la ciudad de Arica una Mesa Redonda Internacional sobre Prosopis tamarugo Phil., que reunió a especialistas de todos los países que trabajan con el género Prosopis.

Las plantaciones realizadas por CORFO en la actualidad están bajo administración de la Corporación Nacional Forestal (CONAF). De este modo, la Pampa del Tamarugal quedó inserta dentro del Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas, bajo la categoría de Reserva Nacional, con una superficie de 100.174 ha. Durante la presente década, dicha entidad creó las Direcciones Regionales de Tarapacá y luego, Antofagasta, con lo que se consolidó el quehacer de este organismo estatal en la zona desértica. Aparte de lo mencionado con tamarugo, se están llevando a cabo proyectos de introducción de especies que se adapten a los ambientes desérticos. Otros programas se relacionan con el manejo de cuencas, para evitar las violentas crecidas (por ejemplo, río San José, en Arica) y manejo de vida silvestre (por ejemplo, vicuña).

7.2 Zona de Tendencia Tropical

La Llaretta, cuyas formaciones arbustivas se ubican a más de 4.000 m de altitud en la región Tropical Andina, ha estado íntimamente ligada a la economía de las altas regiones (Consigny, 1971). La especie produce una leña de excelente calidad, la cual ha tenido gran demanda en los hogares de Chuquicamata y otros centros mineros de la zona.

Con la aparición del gas licuado disminuyó fuertemente la presión antrópica sobre dicho recurso, pero este continúa teniendo importancia para la población rural.

7.3 Regiones Mediterráneas Perárida y Árida

La vegetación más característica de estas regiones la constituye el matorral bajo representado por formaciones arbustivas. Se puede señalar que la IV Región administrativa del país, Región de Coquimbo, aunque no incluye a toda la superficie de estas regiones naturales, es la que mejor las representa.

Según Contreras y Gastó (1986), desde un punto de vista histórico-antropológico se pueden distinguir dos períodos bien diferenciados:

- a) Prehispano, caracterizado por la presencia de los habitantes naturales correspondientes a la cultura Diaguita, que cultivaban sólo en los valles bajo condiciones de riego. En esas condiciones también practicaban ganadería. Los pastizales de gramíneas perennes en las terrazas litorales cercanas a valles (por ejemplo, Huentelauquén) eran sometidos al pastoreo directo de camélidos

silvestres, especialmente guanacos, que la utilizaban en forma estacional como invernada. La intensidad de utilización era liviana o moderada, por lo que el ecosistema se conservaba sin deteriorarse (Gastó y Contreras, 1979). La población humana de la región de Coquimbo, a la llegada de los colonizadores hispanos era de sólo 15.000 personas. Cada familia disponía solamente 2 a 3 camélidos domésticos en los alrededores del sector cercado junto a la casa. Por lo tanto, la baja densidad ganadera de la zona, en esa época, hace pensar que no hubo una degradación generalizada del pastizal clímax. Con la llegada de los Incas se introdujeron nuevos métodos en la agricultura de riego, ganadería y, además, se desarrolló la minería a base del oro, cobre y plata (Gastó y Contreras, 1979).

- b) Período hispano, en que el colonizador introdujo nuevas especies vegetales, animales y técnicas de cultivo, especialmente la práctica de la agricultura de secano. Esto provocó una intensificación en el uso de los recursos naturales.

De acuerdo con Corda y Dittborn (1983), la historia productiva de la IV Región en el período hispano se puede resumir de la siguiente manera:

Siglo XVII. Las actividades más importantes fueron la producción animal y la minería del cobre. En la segunda mitad de ese siglo adquirió mayor importancia la agricultura con la introducción del cultivo del trigo. La producción animal fue desplazada hacia las tierras más pobres. En cuanto a la minería, esta mantuvo sus niveles de producción.

Siglo XVIII. Disminuyeron las exportaciones de trigo a Perú adquiriendo mucho más importancia la actividad minera. Se produjo un aumento considerable de la población, lo que provocó grandes desmontes para mantener la producción del trigo necesario para la alimentación de esta creciente población.

A fines de siglo, la minería pasó a ser la actividad fundamental de la región, determinando la destrucción de muchas formaciones de guayacán y espino que eran utilizados para la refinación del cobre y la construcción de postes.

Siglo XIX. La región se saturó de población creándose un desequilibrio en relación a la productividad agrícola del sector. A fines de siglo la explotación del salitre en el Norte Grande (Zona Desértica) produjo la emigración de gran cantidad de la población de la región.

Siglo XX. La ganadería es la actividad más importante. La degradación de la vegetación hace necesaria la práctica de la transhumancia, especialmente hacia la Cordillera de Los Andes.

El sistema de tenencia de la tierra implica en la actualidad dos tipos fundamentales de propiedades. Por un lado, las grandes haciendas o estancias, donde predomina un tipo de economía de mercado y donde, en

general, ha existido un menor deterioro del ecosistema. El otro, corresponde a las llamadas "Comunidades Agrícolas", donde predomina una economía de subsistencia, con una degradación generalizada de la vegetación y suelos.

Estas Comunidades se basan en un sistema único de tenencia de la tierra que se originó con la llegada de los colonizadores españoles en el siglo XVI. El sistema es una forma de propiedad comunitaria. Está compuesto por pequeños cultivadores ganaderos unidos por lazos de parentesco y amistad en torno a una propiedad común indivisa y fundamentalmente de secano. Ello implica un conjunto de aspectos sociales, antropológicos, económicos y jurídicos que le son propios. Existen 162 Comunidades Agrícolas que ocupan el 7% de la superficie arable, 60% de las praderas naturales y 27% de suelos no aptos para cultivos. Se estima que unas 75.000 personas habitan en estas Comunidades, es decir, el 55% de la población rural de la región mediterránea árida (Contreras, Gastó y Cosío, 1986).

El deterioro de los recursos naturales de la IV Región se debe a la acción antrópica a través de; a) la cosecha indiscriminada y permanente de la vegetación arbórea y arbustiva para mantener combustible para uso minero y doméstico; b) el laboreo de la tierra en sectores marginales y vulnerables a la erosión debido a la pendiente; c) el manejo inadecuado del ganado, especialmente en el ajuste periódico de la carga animal, pastoreo libre del ganado sin control y utilización de los recursos en períodos críticos para la vegetación (Contreras, Gastó y Cosío, 1986). Esta situación se traduce en condiciones mínimas de supervivencia en las Comunidades, y a procesos migratorios hacia centros más atractivos.

Valdés (1983) evaluó la dinámica de la desertificación en tres áreas representativas del secano interior de la IV Región, las cuales corresponden a las formas tradicionales de tenencia de la tierra, a saber las Comunidades Agrícolas y la Gran Hacienda. Mediante fotointerpretación de fotografías aéreas de los años 1944, 1955 y 1978 se logró conocer el estado de los recursos vegetales en cada año de evaluación, como asimismo la evolución de los ecosistemas en un período de 34 años.

A continuación se hará un breve análisis en relación a cada uno de este tipo de acciones y lo que se ha hecho para revertir dicho proceso.

a) Cosecha de vegetación para combustible.

La extracción de vegetación, leñosa para combustible tanto para uso industrial como doméstico, ha constituido una de las principales causas de la destrucción de la vegetación de la IV región. Según Soto (1982), durante el siglo pasado, por efecto de las fundiciones mineras, ferrocarril y consumo doméstico, en la IV Región se deforestaban 10.000 ha anuales. El mismo autor cita a Claudio Gay quién indica en 1838 que en Coquimbo se extraían anualmente 700.000

cargas de leña para estos fines (*).

Oyarzún y Palavicino (1984), evaluaron la situación de uso de combustible en la provincia meridional de la IV Región, Provincia del Choapa. Basándose en seis especies construyeron tablas de biomasa obteniéndose las existencias de combustible. Además, mediante la determinación de los consumos energéticos de la provincia concluyeron que, con las actuales prácticas de extracción, quedaría una disponibilidad de leña hasta trece años. Lo anterior no considera la capacidad de retoñación y el crecimiento de las especies. (Foto 14 apéndice). Por su parte, Benedetti (1986) estudió al detalle la explotación de vegetación leñosa en una comunidad de la Provincia del Choapa determinando que al año se cosecha un promedio de 300 kg/ha.

Ruiz de Gamboa (1986) determinó para un área urbana (ciudad de Illapel) y un área rural (Canela Baja), ambas ubicadas en la provincia del Choapa, superficies forestables y especies adecuadas para ser usadas con fines energéticos. A través de un análisis de las condiciones ambientales en que se desarrollan siete especies nativas y una exótica, se determinaron áreas forestables con estas especies de valor energético. En el sector de Illapel se determinaron 1.563 ha apropiadas para Eucalipto y 4.982 ha para especies nativas. En Canela Baja, los valores fueron 63 ha y 612 ha, respectivamente. Con lo anterior se pueden abastecer ambas localidades.

La Corporación Nacional Forestal (CONAF) IV Región y la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Chile, mediante un convenio, están realizando desde 1981 un estudio de introducción de especies con fines principalmente de combustible y alimento para el ganado de la IV Región. Hasta el momento, se han efectuado ensayos anuales correspondientes a la fase eliminatoria y ya se disponen de antecedentes para pasar a la fase de adaptación (Vita, 1986). Con ello se pretende encontrar especies que, cumpliendo con los objetivos planteados, se adapten a las diferentes condiciones en que se encuentran en la actualidad los ecosistemas de la IV Región.

Ensayos similares se están realizando por parte de CONAF en la región mediterránea perárida ubicada más al Norte.

b) Cultivos agrícolas en áreas marginales sensibles a la erosión

El estatuto de las Comunidades Agrícolas establece fundamentalmente tres tipos de estructuras de explotación (Gozo, 1986).

- Goces singulares o hijuelas: Terrenos con mejores recursos donde se realizan cultivos de chacarería. Son de propiedad privada y se

(*) Carga de leña promedio = 64 palos de 1,10 m de largo con diámetros que fluctúan entre 5 y 10 cm. Equivale a 0,5 m³ y a 200 kg de madera seca.

transfieren en forma hereditaria. Generalmente se ubican cerca del lugar de residencia del comunero y su familia.

-Campo de uso comunitario: Se utiliza fundamentalmente como terreno de pastoreo para el ganado caprino y para extracción de leña.

- La "lluvia": Parte del campo común de tamaño variable (5-15 ha), correspondiente a un terreno de secano que el comunero solicita por derecho a la directiva de la comunidad para su usufructo privado temporal. Este terreno es cercado para impedir el ingreso del ganado.

Este último tipo de explotación es el más característico en relación a las acciones agrícolas que determinan degradación del ecosistema (Foto 15 anexo).

Los cultivos que se realizan en las "lluvias" corresponden principalmente a trigo y, en menor escala, a cebada, comino y anís. La siembra se practica en barbecho preparado en la primavera anterior o con las primeras lluvias de la temporada (Gozo, 1986).

Dada la escasez de terrenos adecuados, las "lluvias" se ubican en sectores con suelos muy deteriorados, generalmente laderas de cerros con pendientes elevadas (en general superiores a 10%). Se produce una rotación de cultivo muy corta, de 5 a 10 años. Después la "lluvia" es abandonada y se abre inmediatamente al campo de uso comunitario, con el consecuente pastoreo intensivo (Gozo, 1986).

La primera labor que se realiza al comenzar a utilizar la "lluvia" es el desmonte total del terreno. Se cortan y arrancan todos los arbustos presentes excepto aquellos protegidos por conjuntos rocosos. La preparación del suelo comienza con el "barbecho de primavera", pero sólo cuando cae la primera lluvia considerable en otoño (Abril-Mayo) se comienza la preparación del suelo propiamente tal (Gozo, 1986).

De acuerdo con (Cosío, Cárdenas y Demanet, 1986) en las Comunidades Agrícolas de Carquindaño y Yerba Loca (Provincia del Choapa) el total de la superficie cultivada corresponde al 9,2 y 4,2% respectivamente. Debe tenerse presente que estos datos corresponden a la situación dada en un momento determinado y que luego el sistema de explotación se traslada a otros puntos, continuando con su efecto destructivo.

Gozo (1986) determinó el tiempo de cicatrización que requieren los sitios en las Comunidades Agrícolas mencionadas. En los lugares más favorables, para volver al estado anterior al desmonte se requieren aproximadamente veinte años. También concluyó que dada la necesidad de cultivar los terrenos, se prevee una disminución creciente del número de especies susceptibles de "cicatrizarse" el medio cultivado, pudiéndose llegar a la desaparición total de procesos fitodinámicos significativos. Para ello Gozo (1986) plantea una serie de recomendaciones, entre las que se puede mencionar el dejar semilleros de las especies importantes al momento del desmonte.

c) Manejo inadecuado del ganado

De acuerdo con Gastó y Contreras (1970) en un comienzo, en la IV Región existía una vegetación capaz de sustentar una ganadería principalmente bovina. Debido a las malas prácticas de manejo el deterioro de la vegetación, preferentemente herbácea perenne, que era más abundante en la banda costera, determinó el paulatino reemplazo de bovinos por ovinos y, más tarde, por caprinos, tipo de animal que mejor se adaptó a las condiciones actuales de las praderas.

Con el propósito de revertir dicha situación, la Escuela de Agronomía de la Universidad de Chile inició a mediados de la década del '50 estudios tendientes al mejoramiento de las praderas de la región mediterránea árida. Uno de los proyectos realizados analizó especies de valor forrajero y que se adaptaran a las condiciones del medio. De las especies estudiadas se eligieron dos correspondientes al género Atriplex: A. nummularia, de origen australiano y A. repanda, nativo de la zona mediterránea árida, pero del cual solamente quedaban algunos relictos (Badilla, 1975).

En 1961, las investigaciones de la Escuela de Agronomía se extendieron a la zona costera de la IV Región con aportes de la Comisión Coordinadora para la Zona Norte del Ministerio de Hacienda.

Entre 1969 y 1974, la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) mediante un convenio con la Escuela de Agronomía de la Universidad de Chile, realizó una serie de estudios de desarrollo con dichas especies en el Centro Demostrativo "Corral de Julio", ubicado en la zona costera de la provincia de Limarí, IV Región. Por su parte, la Escuela de Ingeniería Forestal efectuó, en el mismo predio, un estudio de introducción de especies forestales, entre las que se contemplaban especies arbóreas y arbustivas de valor forrajero (Vita, 1977).

A principios de la década del '70, la Dirección de Conservación de Recursos Naturales del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) creó el Centro Ecológico de Los Vilos, ubicado en esa localidad de la zona costera de la Provincia de Choapa, IV Región. En la actualidad, dicho Centro pertenece al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y continúa con una línea de investigación iniciada en aquella época relativa a arbustos forrajeros y sistemas de producción ganadera.

Por su parte, la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Chile creó a comienzos de la década del '80 el Centro de Estudios de Zonas Áridas (CEZA), organismo con sede en la ciudad de Coquimbo y cuyo Centro Experimental "Las Cardas", ubicado junto al camino interior que une las ciudades de La Serena y Ovalle, tiene como uno de sus objetivos ser un predio modelo en producción caprina. Para ello realiza investigaciones tanto en praderas como en ganado (Azócar et al, 1987).

Tomando como base los trabajos de investigación iniciados por la Escuela de Agronomía de la Universidad de Chile y luego, por otros

organismos, la Corporación Nacional Forestal (CONAF, IV Región) inició en 1975 plantaciones con las dos especies de Atriplex mencionadas, una de cuyas ventajas es la de mantener en pie la fitomasa foliar aún en períodos de extrema sequía, lo que evita tener que depender exclusivamente de la inestable pradera herbácea, fuertemente variable según las precipitaciones (Azócar, 1981). El objeto de estas plantaciones es constituir dehesas arbustivas en que la estrata nanofanerófita se encuentra a distanciamiento mínimo de 3 x 4 m de manera que permita el desarrollo de la estrata de terófitas y hemicriptófitas.

Las primeras plantaciones las realizó CONAF en forma directa. Luego, siguiendo el ejemplo y bajo los incentivos del DL 701 de 1974 que establece bonificación para las forestaciones que cumplen con ciertos requisitos mínimos de supervivencia, los propietarios de grandes haciendas empezaron a realizar forestaciones con los arbustos forrajeros.

Las primeras forestaciones con Atriplex fueron evaluadas por Soto (1982) con el propósito de analizar los resultados tanto desde el punto de vista del ambiente donde se encontraban, como desde el punto de vista operacional, para determinar las futuras acciones a seguir.

En la actualidad, en la IV Región del país existen cerca de 39.000 ha plantadas con arbustos forrajeros, las que se encuentran, en su mayoría, en la zona de influencia costera.

En la Comunidad Agrícola de Huentelauquén, ubicada al Norte de la desembocadura del río Choapa, en la provincia del mismo nombre, la CONAF con la participación de otros organismos, realiza desde hace algunos años, un programa de producción caprina que sirve como modelo para las otras Comunidades Agrícolas, cuyos representantes realizan estadias en Huentelauquén con el propósito de aprender nuevas tecnologías tanto en la producción primaria como secundaria.

Además de los programas de producción de energía y ganado a base de arbustos, CONAF en las Regiones III y IV, realiza programas de manejo de cuencas, manejo del fuego, control de dunas y manejo de áreas silvestres, bajo la forma de parques nacionales y reservas nacionales. En este último caso cabe destacar la Reserva Nacional de Chinchilla, ubicada en Aucó (interior de Illapel), cuyo propósito fundamental, es el manejo de esa valiosa especie.

Todos los programas anteriores se realizan en convenio con la Universidad de Chile y otras instituciones que efectúan los estudios básicos.

Aparte de las forestaciones con fines energéticos y ganaderos también se han realizado plantaciones con el propósito de mejorar las condiciones estéticas del paisaje y el microambiente en áreas donde la vegetación natural arbórea es inexistente. Tal es el caso de la Compañía Minera El Indio que, en 1981 recibió un proyecto de

arborización para el Campamento Canchas de Ski, ubicado a 3.200 m de altitud en la Cordillera de Los Andes de la IV Región. En él se seleccionaron veinte especies arbóreas y arbustivas adecuadas para los propósitos del estudio (Cabello y Peralta, 1981). Este tipo de forestación ha constituido en los últimos años un objetivo de creciente interés en ambientes áridos.

En la segunda mitad de la década del '70, la Universidad de Chile creó el Programa de Investigaciones de Zonas Áridas y Semiáridas (PRIZAS), en el cual participaron varias Facultades de la Universidad. Gran parte del quehacer de dicho programa se centró en la IV Región. Este programa culminó con la organización del Congreso Internacional de Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas realizado a comienzos de 1980 en La Serena. Los trabajos presentados en dicho Congreso han sido publicados en la revista oficial del CEZA, "Terra Aridae".

7.4 Regiones Mediterráneas Semiárida y Subhúmeda

La vegetación natural más característica de estas regiones la constituyen el matorral alto y bosques esclerófilos, además de las formaciones arbóreas de espinales. En casos más puntuales, se presenta la palma chilena. Además están las plantaciones artificiales.

7.4.1 Uso pasado y actual

Los habitantes naturales, dedicados a la caza, pesca y recolección, habían vivido en Chile por lo menos 10.000 años antes de la llegada de los españoles. La horticultura, proveniente del Norte, probablemente se inició a comienzos de la Era de Cristo (Di Castri and Mooney, 1973).

Los animales domésticos consistían en llamas y alpacas. La población indígena no llegaba a la saturación, excepto en los valles regados de Aconcagua al Norte. Las zonas aluviales de pendientes suaves del Llano Central fueron modificadas por los indios en forma intensa mediante el uso del fuego. Cuando llegaron los españoles, a comienzos del siglo XVI, encontraron un medio físico similar al de la zona Oeste del Mediterráneo (Di Castri and Mooney, 1973).

De acuerdo con Gastó et al (1986), los colonizadores hispanos que arribaron al país y ocuparon estas regiones como asimismo las más áridas hacia el Norte, tenían un conocimiento cabal de los principios de conservación, manejo y organización de ecosistemas en ambientes mediterráneos. Es por ello que la tierra se organizó según clase de capacidad de uso a saber: chacras para los cultivos escardados, estancias para la ganadería, bosques para la producción de agua y madera y solares para la horticultura, fruticultura y vivienda (Gastó et al, 1986).

La importancia asignada por los españoles al concepto de dehesa (tierra de pastizales con bosques abiertos) se manifestó con la destinación de una gran superficie de terreno para la ganadería

al Noreste de la ciudad de Santiago, que se denominó La Dehesa del Rey. El concepto de uso de la tierra se asoció también al de estacionalidad y migración del ganado, desarrollando toda una normativa y tradición de transhumancia. Gastó et al (1986), señalan que dada la extensión del país y el número limitado de colonos hispanos, no fue factible aplicar estas normas de utilización y manejo de la tierra. Debido a ello, algunas de dichas normas se fueron perdiendo a través del tiempo y otras se distorsionaron o modificaron, quedando en la actualidad sólo un remanente de ellas. La dehesa está mejor representada en los fundos tradicionales de estas regiones, en tanto que las tierras de cultivo de secano están mejor representadas en las comunidades agrícolas. Ninguno de ellos, sin embargo, corresponde con exactitud al equivalente hispano (Gastó et al, 1986).

Cuando a mediados del siglo XIX se produjo la fiebre de oro en California, los cultivos agrícolas, que hasta ese momento se habían desarrollado en el Llano Central, afectando a los bosques esclerófilos y espinales, se expandieron a las partes escarpadas y vulnerables de la Cordillera de la Costa, lo cual implicó una severa erosión (Di Castri and Mooney, 1973). De acuerdo con estos autores, las laderas de la Cordillera de Los Andes y las de la Cordillera de la Costa parecen haber tenido historias completamente diferentes a la explotación de ellas. Las laderas de los Andes eran parte de grandes haciendas basadas en cultivos de las tierras bajas o eran tierras estatales. En ambos casos, estaban sometidas a pastoreo extensivo con bovinos. En cambio, grandes extensiones de la Cordillera de la Costa fueron plantadas con trigo y luego pastoreadas por pequeños propietarios, comúnmente con ovinos y caprinos (Di Castri and Mooney, 1973).

En la actualidad, y al igual de lo que ocurre en otras regiones mediterráneas, las aspiraciones de mejoría de nivel de vida de la población rural, ha producido una migración hacia la ciudad, con la consiguiente reducción del pastoreo y una recuperación de la vegetación (Di Castri and Mooney, 1973).

No obstante lo anterior, en Chile, el principal uso de los ecosistemas mediterráneos semiáridos y subhúmedos en sectores de secano, es la ganadería bovina y ovina bajo un manejo de tipo extensivo. Normalmente, las praderas tienen pastos anuales, con un período de crecimiento muy rápido y altamente dependiente de la temperatura y de la lluvia en cuanto al total de materia seca producida. El máximo de producción ocurre durante los meses invernales.

Gran parte de la vegetación pratense original ha sido agotada, siendo reemplazada por especies menos valiosas.

Los sistemas de manejo consisten en la combinación de pastizales regados, en las partes bajas y los de secano, en los cerros. Estos últimos se emplean en los meses en que el pasto está verde, situación que ocurre unos cuatro meses al año. Otro sistema es la transhumancia, que combina el pastoreo en bajas elevaciones correspondientes a los sectores más áridos (los cerros de secano del sistema anterior) donde

el ganado permanece durante el invierno y principios de primavera y el pastoreo en altas elevaciones (Cordillera de Los Andes), donde por el aumento de la pluviometría y la disminución de la temperatura existen pastos perennes. En las partes altas el ganado permanece durante el verano y principios de otoño (Cañas et al, 1982).

En general, las praderas naturales tienen dos estratos: la de hierbas anuales y el leñoso bajo constituido por especies esclerófilas, generalmente en los cerros, y por espinales, generalmente en las partes bajas y lomajes suaves. Estos últimos se han empleado principalmente para combustible doméstico e industrial.

7.4.1.1 Bosques y matorrales esclerófilos y espinales

En la década del '60, con el desarrollo del gas licuado, disminuyó en forma significativa el uso de leña, como combustible en las zonas que rodean a las ciudades y pueblos. No obstante, la crisis del petróleo ha revertido dicha situación, especialmente en el sector industrial (por ejemplo, panaderías) donde la energía a base del petróleo ha sido reemplazada por la energía a partir de leña.

En la actualidad, la principal utilización del bosque y matorral esclerófilo y espinales de Chile es la leña y el carbón. En forma menos importante en cuanto a volumen, pero más significativa como producto de exportación, está la explotación de corteza de Quillay y de la hoja de Boldo.

La explotación de corteza de Quillay se ha realizado desde muy antiguo. La corteza de Quillay se usa de dos maneras: en forma casera para el lavado de ropa y como champú y en la industria como saponinas (textiles, jabones, bebidas, cosméticos, extinguidores de incendios, agentes emulsionantes de grasas y aceites, protector de suspensiones coloidales, dentífricos, revelados fotográficos, etc.). Los principales países importadores son Estados Unidos, Alemania e Inglaterra. Según Neuenschwander (1965) existen registros desde 1844 en que se exportaban 300 toneladas anuales, cantidad que se mantuvo hasta 1868. De acuerdo con la misma fuente, entre 1917 y 1937 se exportó un promedio de 2.100 toneladas anuales. Más adelante, la tendencia general ha disminuído, aunque en forma irregular, manteniéndose en un promedio cercano a las 1.000 toneladas anuales. Según Vita (1974) para obtener dicha cantidad de corteza se requieren explotar aproximadamente 40.000 ejemplares anuales, asumiendo que un árbol medio produce 25 kg de corteza.

Otro uso que tiene una cierta importancia en sectores cercanos a ciudades, principalmente en los alrededores de Santiago, lo constituye la extracción de la materia orgánica del horizonte superficial del suelo bajo la copa de árboles esclerófilos. El propósito de dicha práctica es vender el material como "tierra de litre" para los jardines. Ello indudablemente que trae como secuela la eliminación de

las posibilidades de regeneración de las especies de semilla grande, por ejemplo, Cryptocarya alba (peumo) y el deterioro general del suelo.

7.4.1.2 Palmares

El tercer tipo de componente arbóreo nativo de los ecosistemas mediterráneos de Chile lo constituyen los palmares, los cuales aunque no ocupan grandes superficies en la actualidad, constituyen un recurso de enorme potencial en estas regiones.

En el pasado, los ecosistemas con Palma chilena fueron modificados por las siguientes causas: obtención de fibra, miel y frutos; habilitación de tierras y modificación del medio por diferentes causas (González y Vita, 1987).

A continuación, se hará un breve examen de cada uno de dichos aspectos.

a) Obtención de fibra

El uso del estípote como fibra para la fabricación de papel se inició en 1840, utilización que fue perfeccionándose a medida que el desarrollo tecnológico lo permitió. Por otra parte, la fibra del fuste se ha usado para la fabricación de techumbres y fibras textiles. Además, la fibra de la inflorescencia de la palma (espádice) se ha utilizado como amarras para viñas y la fibra de las hojas para la fabricación de los cepillos de las máquinas barredoras municipales (Rubinstein, 1969).

b) Obtención de miel

Para la obtención de este producto es preciso explotar los ejemplares de palma. Según González (1985), en este tipo de explotación es necesario distinguir dos rubros diferentes: la producción casera-familiar y la producción de la pequeña industria.

bi) Nivel familiar. La producción de miel a nivel familiar fue muy importante en el pasado. Al respecto existen descripciones de cronistas del siglo XVIII, lo que hace suponer que la explotación de palma con el objeto de producir un concentrado azucarado se remonta a comienzos de la época colonial (González y Vita, 1987).

Es probable que esta actividad haya sido una causa importante en la disminución de ejemplares en ciertas áreas con mucha concentración de población rural. En efecto, entre las regiones mediterráneas árida y subhúmeda existen varias localidades con nombres de esteros y quebradas con alusión directa a la presencia de esta especie, no obstante que actualmente es raro encontrar ejemplares de ella (González y Vita, 1987).

bii) Nivel industrial. La explotación de miel como pequeña industria, solamente ha tenido un cierto desarrollo y continuidad en las localidades de Ocoa y Cocalán. Esta actividad se inició en Cocalán en 1878 y más tarde en Ocoa, a principios del presente siglo. En ambos casos, la cantidad de ejemplares explotados anualmente ha sido relativamente baja en comparación con el recurso existente. A ello debe agregarse la corta de la vegetación leñosa acompañante para ser usada como combustible en el proceso de la fabricación de miel. En ambas localidades, la estructura típica de monte alto irregular que presentan las poblaciones de palma en los sectores explotados indica que esta actividad no ha tenido un efecto significativo sobre la conservación de la especie (González y Vita, 1987).

c) Cosecha de frutos

Esta actividad se ha realizado sin control en todos los palmares existentes, con excepción de Ocoa y Cocalán, donde ha existido un cierto control por parte de sus propietarios. En el resto, se recolectan frutos en forma clandestina para la venta, situación bastante común en Viña del Mar, donde existe oferta de frutos verdes presumiblemente de procedencia de las palmas de las cercanías de dicha ciudad. Según González y Vita (1987), es probable que este haya sido la causa de la extinción de la palma en los lugares donde la cosecha de frutos ha sido prácticamente total. De acuerdo con Rubinstein (1969) entre 1964 y 1967 se exportaron 64 toneladas de frutos de palma. El mismo autor señala que en 1899 se exportaron 160 toneladas de este producto.

El efecto de esta actividad sobre el ecosistema, se observa en el palmar de Cocalán. En el sector plano, donde la cosecha de frutos es alta, la estructura de la población es regular (Rubinstein, 1969). De acuerdo con González (1985) la relación de palmas jóvenes (menores de 4 m de altura) respecto a las adultas es de 1,97. En cambio, en las laderas, donde la extracción de frutos es menor, pero en que se explota la palma para miel, la estructura es de monte alto irregular, con una relación de palmas jóvenes a palmas adultas de 4,42.

Los frutos de palma constituyen en la actualidad un importante producto en la industria de alimentos. Es un tipo de producción muy interesante desde el punto de vista de los ingresos que genera y por tratarse de una actividad permanente a nivel del recurso que sólo baja al cabo de centenares de años cuando los ejemplares entran en etapa de envejecimiento (González y Vita, 1987).

d) Habilitación de terrenos

La práctica de eliminar áreas boscosas con propósitos de habilitar terrenos para usos agrícolas o ganaderos, también ha afectado a los ecosistemas con palma chilena. Desafortunadamente la palma chilena, a diferencia de las especies del bosque esclerófilo, no regenera en forma vegetativa, por lo cual su eliminación resulta ser definitiva.

Esta actividad puede haber sido una importante causa en la desaparición o disminución de la palma chilena en determinados sectores (González y Vita, 1987).

e) Modificación del medio

Aparte de la explotación de la palma con diversos propósitos la fuerte presión del hombre por los ecosistemas de bosque esclerófilo, principalmente con fines energéticos, constituye otro factor que ha tenido un efecto negativo sobre la especie. La desaparición de la vegetación acompañante tiene por efecto la eliminación del medio adecuado para regenerar la palma la cual, como ya se indicó con anterioridad, requiere de una cubierta protectora en sus primeros estados (González y Vita, 1987).

Otro elemento que produce un efecto regresivo en la palma es el fuego. Si bien la palma adulta es resistente al fuego, los incendios afectan directamente su regeneración eliminando los ejemplares cuyos estípites no son lo suficientemente desarrollados como para proteger a la planta e, indirectamente, a través de la eliminación de la vegetación acompañante que le sirve de protección (González y Vita, 1987).

En ciertos casos, como ha ocurrido en los alrededores de Valparaíso y Viña del Mar, la urbanización también ha contribuido a modificar irreversiblemente el ecosistema original (González y Vita, 1987).

7.4.1.3 Bosques artificiales

Importantes superficies de las regiones mediterráneas semiárida y subhúmeda están cubiertas por plantaciones realizadas en el pasado y en la actualidad. Las principales especies utilizadas han sido Pinus radiata (Pino radiata o insigne) y Eucalyptus globulus (Eucalipto común). En mucho menor medida y sólo a nivel muy localizado, Cupressus macrocarpa (Ciprés macrocarpa) especie usada en la zona costera, en ambientes muy similares a los de su zona de origen en California y otras especies de Eucalyptus (E. viminalis, E. camaldulensis).

El pino radiata, al igual que ciprés macrocarpa es originario de ecosistemas similares, se ha adaptado en Chile con máxima productividad en la costa de la región mediterránea húmeda, fuera del ámbito del presente manual. No obstante, también se encuentran plantaciones de buena productividad maderera preferentemente en la banda costera de las regiones mediterráneas subhúmeda y semiárida.

El eucalipto común, si bien es cierto es originario de una zona más húmeda, se ha adaptado muy bien en la banda costera de estas regiones, como también en el secano interior aunque, en este último caso, solamente en lugares de topografía favorable. Además, se ha adaptado bien en las zonas de piedmont de la precordillera.

Las especies de este género están adquiriendo creciente importancia estratégica en las cercanías de las ciudades como productoras de leña.

7.4.2 Perspectivas para el futuro

7.4.2.1 Generación del conocimiento básico para el desarrollo

Desde la creación de la carrera de ingeniería forestal en la Universidad de Chile, en 1952, uno de los aspectos que preocupó a sus primeros profesores, fue el desarrollo forestal en las zonas áridas y semiáridas de Chile. Con ello se inició el estudio sistemático de estos ambientes, la mayor parte de los cuales se llevó a cabo en la región mediterránea semiárida.

Los primeros trabajos en aparecer publicados corresponden a las tesis de los ingenieros forestales y académicos de la Universidad de Chile, señores Ventura Matte y Friedrich Schlegel. El primero, realizó un completo estudio ecológico y silvicultural en un bosque de peumo cercano a Santiago (Matte, 1960); en tanto que el segundo analizó la flora y la fitosociología en una quebrada, también cercana a Santiago (Schlegel, 1963). Más adelante, continúa esta línea de investigación con estudios sobre la corteza de quillay (Neuenschwander, 1965); métodos de forestación con quillay y peumo (Vita, 1966; Schlegel y Vita, 1967); con espino (Stoehr, 1969); producción de corteza de quillay (Maldonado, 1967); reproducción y anatomía de boldo (Homann, 1968); anatomía foliar y transpiración de peumo (Hurtado, 1969); inventario y producción en palma chilena (Rubinstein, 1969); anatomía de la misma especie (Senerman, 1970); procedencias de quillay (Vita, 1969) y relaciones hídricas de tres de estas especies (Alfaro y Sierra, 1973).

Estos primeros estudios y los que han continuado han tenido como objetivo general el ir creando el conocimiento necesario para el manejo de los recursos naturales leñosos existentes en estas regiones.

La Pontificia Universidad Católica de Chile, a través del Instituto de Ciencias Biológicas, ha desarrollado, desde la década del '70, una línea de investigación en el matorral de la región mediterránea semiárida de Chile. Los estudios se han centrado en aspectos anatómicos (Avila et al, 1978; Avila, Rivera y Montenegro, 1978); fisiológicos (Avila y Aljaro, 1977); desarrollo radicular y de la parte aérea (Avila et al, 1978; Montenegro, Aljaro y Kummerow, 1979); fisiología, fenología y crecimiento de especies del matorral en relación al medio (Montenegro y Riveros, 1977); plasticidad morfológica y estrategias de evasión de la sequía de especies del matorral (Montenegro et al, 1979; Riveros y Montenegro, 1977) y la fenología, crecimiento y productividad de siete especies de la vegetación herbácea asociada al matorral (Montenegro, Rivera and Bas, 1978).

La mayor parte de estos estudios se han realizado en un predio perteneciente a la Universidad Católica en la Cuesta La Dormida, ubicada en la zona oriental de la Cordillera de la Costa, al Noreste de Santiago.

Los trabajos señalados se pueden consultar en la publicación: "Recopilación de las Publicaciones del Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad Católica. Departamento de Biología Ambiental y de Poblaciones. Trabajos originales 1977-79. Parte I".

En 1980, la Corporación Nacional Forestal con la colaboración de especialistas de las Universidades y con la participación del Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/76/003 "Investigación y Desarrollo Forestal", elaboró un reglamento sobre manejo del bosque nativo chileno, en el cual se definieron doce tipos principales. Entre ellos, dos corresponden a bosques mediterráneos: el esclerófilo, que incluye los espinales y el tipo palma chilena. Con ello se reconoció el valor productivo de estos recursos.

7.4.2.2 Perspectivas para el futuro de los diferentes usos

Para el futuro se prevee una intensificación en las demandas de la sociedad hacia estos bosques y matorrales para todos los usos ya analizados, con la incorporación de otros.

a) Energía

La demanda de combustible será satisfecha en parte importante por plantaciones de Eucalyptus, pero a nivel rural los bosques esclerófilos continuarán teniendo importancia, especialmente como carbón. Santa Cruz (1986) realizó un estudio con el propósito de evaluar la situación energética a nivel doméstico en una zona comprendida desde el Sur de la región mediterránea árida hasta la región mediterránea húmeda. Entre las conclusiones obtenidas en dicho trabajo se señala que los grandes usos domésticos se refieren a la cocción y a la calefacción. En las zonas más áridas los porcentajes relativos de uso son 41% para la cocción y 59% para la calefacción, en tanto que, hacia el Sur aumenta la participación de esta última, hasta alcanzar el 68% en la parte más húmeda del área de estudio.

Otra conclusión es que el 90% de los requerimientos netos de energía para el hogar rural son cubiertos, pero la calefacción presenta un déficit que fluctúa entre 76% en la parte más árida y 74% en la parte más húmeda. Santa Cruz (1986) señala que en la zona de estudio se requieren plantar 160.000 ha con fines energéticos para satisfacer las necesidades de la población rural.

En los últimos años un número importante de empresas de Santiago ha reemplazado el petróleo por la madera como energía. Entre las que han optado por este cambio figuran industrias pesqueras, hoteles, lavanderías, panaderías, hospitales, fábricas e industrias alimenticias. Algo similar ocurre en muchas casas, donde la estufa a parafina o a gas licuado cedió su lugar a la antigua salamandra o a la tradicional chimenea. Estos cambios obedecen fundamentalmente al alza experimentada en los últimos años por los combustibles derivados del petróleo y a la posibilidad cierta de reducir en forma considerable los costos de operación utilizando la madera como fuente de energía.

De acuerdo con Toral (1986) la demanda en la Región Metropolitana es cercana a las 500.000 ton/año, lo que obliga a transportar parte de los requerimientos desde regiones más húmedas ubicadas 500 km al Sur de Santiago. En el Cuadro IV-1 se indica la participación de los diferentes tipos de bosque en el abastecimiento de leña y carbón.

CUADRO IV-1: Participación de los diferentes tipos de bosques en el abastecimiento de energía en la Región Metropolitana. (Fuente: Toral, 1986).

| Tipo de bosque | % de participación |
|---|--------------------|
| Plantaciones de Eucalipto | 86 |
| Plantaciones de Pino radiata | 7 |
| Bosques y matorrales esclerófilos y espinales | 7 |

A fines de 1986, la Corporación Nacional Forestal (CONAF), con el auspicio de FAO y con la participación de especialistas de la Comisión Nacional de Energía, Universidades y otras instituciones, organizó el Primer Encuentro Nacional de Dendroenergía (CONAF, 1987). En dicho encuentro se creó la Red Nacional de Dendroenergía, designándose a CONAF como Coordinador Nacional de la Red.

Consciente de la importancia del recurso leñoso como fuente de energía CONAF emprendió diversas acciones: evaluación de las necesidades de la población, educación ambiental y ejecución de plantaciones dendroenergéticas.

En el Cuadro IV-2 se indican las plantaciones realizadas con este propósito en las regiones incluidas dentro del ámbito del presente manual.

CUADRO IV-2: Plantaciones dendroenergéticas realizadas por CONAF entre las regiones desérticas y mediterránea subhúmeda (Período 1982-1986). (Fuente: CONAF, 1987).

| Región Administrativa | Región Bioclimática | Total Plantaciones (ha) |
|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| I | Desértica | 48 |
| III | Mediterránea perárida | 246 |
| IV | Mediterránea árida | 1.573 |
| V | Mediterránea semiárida | 2.868 |
| RM | Mediterránea semiárida | 2.693 |
| VI | Mediterránea subhúmeda | 1.448 |
| VII | Mediterránea subhúmeda | 641 |

Las plantaciones dendroenergéticas se realizan principalmente en terrenos marginales, en general no aptos para cultivos agrícolas, utilizando especies de rápido crecimiento y capaces de regenerar de tocón. Las más empleadas son Eucalyptus globulus y Acacia melanoxylon.

Generalmente, las plantaciones se hacen formando bosquetes, como divisiones de potreros o como cortinas cortavientos (CONAF, 1987). Al igual que en las regiones mediterráneas perárida y árida, en el resto del país se están realizando ensayos de introducción de especies con fines dendroenergéticos.

b) Metabolitos

Los metabolitos de interés comercial se refieren principalmente a la corteza de quillay, hojas de boldo y aceites esenciales en eucaliptos. Respecto a los dos primeros Toral y Rosende (1986) están realizando investigaciones cuyos primeros resultados indican la presencia de ellos en los otros componentes de la biomasa. De acuerdo con dichos antecedentes, es probable que en el futuro se podrá efectuar un aprovechamiento más integral del recurso, lo que permitirá disminuir en cerca de un 90% la superficie de bosques y matorrales de quillay a explotar para mantener la demanda actual o bien aumentar la oferta (Toral y Rosende, 1986).

En cuanto a eucaliptos, existe un creciente interés por la industrialización de los aceites provenientes de dichas especies.

c) Silvopastoreo

Se puede señalar, sin lugar a dudas, que el uso combinado ganadero y forestal, constituirá en el futuro el uso más generalizado, en términos de superficie de los bosques y matorrales de estas regiones. Cornejo y Gándara (1980) demostraron el efecto benéfico de la estrata arbórea de espino sobre la cantidad y calidad de las hierbas anuales que crecen bajo su copa. El profesor guía de la obra citada, académico de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Chile, Sr. Alfredo Olivares, ha continuado con dicha línea de investigación. En otros aspectos relacionados con el uso silvopastoral a base de espino, está trabajando el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) (Ovalle, C. y Avendaño, J.; 1984a y 1984b). Por otra parte, el Instituto Forestal (Filial CORFO) y la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Chile, están desarrollando investigaciones para determinar la influencia que tienen las especies del bosque esclerófilo sobre la estrata herbácea.

En el caso del bosque artificial, CONAF e INIA, en el predio Tanumé, de propiedad de la primera, ubicado en el secano costero de la VI Región (mediterránea subhúmeda) están efectuando desde 1983 un proyecto con el propósito de evaluar técnica y económicamente la combinación de producción forestal y ganadera en plantaciones de pino radiata. Con tal objeto, se han ensayado sistemas con densidades de 1.000 árb/ha y 625 árb/ha, con introducción de praderas mejoradas y el

empleo de ganado ovino (Corporación Nacional Forestal, 1985). Este sistema puede ser particularmente interesante para los pequeños y medianos propietarios, en aquellos casos en que la superficie disponible de plantaciones no les permite tener por si solo un sistema de producción regulado y autosostenido en el tiempo. En cambio, con el ganado se puede tener un ingreso anual sin depender exclusivamente de la producción forestal.

d) Recreación

Este corresponde a un uso de los bosques y matorrales mediterráneos para el cual se prevee un fuerte aumento en la demanda. Recientemente, Ahumada y Serrano (1987) finalizaron un estudio en el área Nororiente de Santiago con el propósito de desarrollar una zona de cerros, ubicada inmediatamente al lado de un sector plano correspondiente a la comuna de Conchalí, con fines recreacionales.

En los referidos cerros existe un mosaico de formaciones vegetales entre las que se encuentran bosques esclerófilos abiertos, espinales, matorrales y pastizales. Se plantea un programa de tratamientos silviculturales de la vegetación leñosa nativa, la forestación con especies nativas y exóticas y la habilitación de áreas con infraestructura básica para la recreación, todo ello bajo una previa zonificación del área.

Se considera que estos proyectos se continuarán desarrollando en otros lugares cercanos a Santiago y otros centros urbanos importantes debido a la creciente demanda por esparcimiento en ambientes naturales.

e) Producción de agua

Este es otro aspecto de creciente interés. En algunos sectores costeros existe el problema de la escasez de agua en la época estival, en tanto que en todas estas regiones de clima mediterráneo existe el problema de las crecidas de los ríos en algunos inviernos en que se producen grandes precipitaciones en forma de lluvia en la alta cordillera. Esta situación se presentó en 1982 y en 1987, ocasionando graves daños en el área urbana y rural.

Este problema es particularmente grave en el caso de Chile por la altura que alcanza la Cordillera de Los Andes y la pequeña distancia relativa al mar, lo que influye significativamente sobre los caudales de los ríos transversales.

Entre las medidas a tomar en un plan de manejo de cuencas le cabe un importante papel al tratamiento de la vegetación nativa y a la forestación.

7.5 Situación global

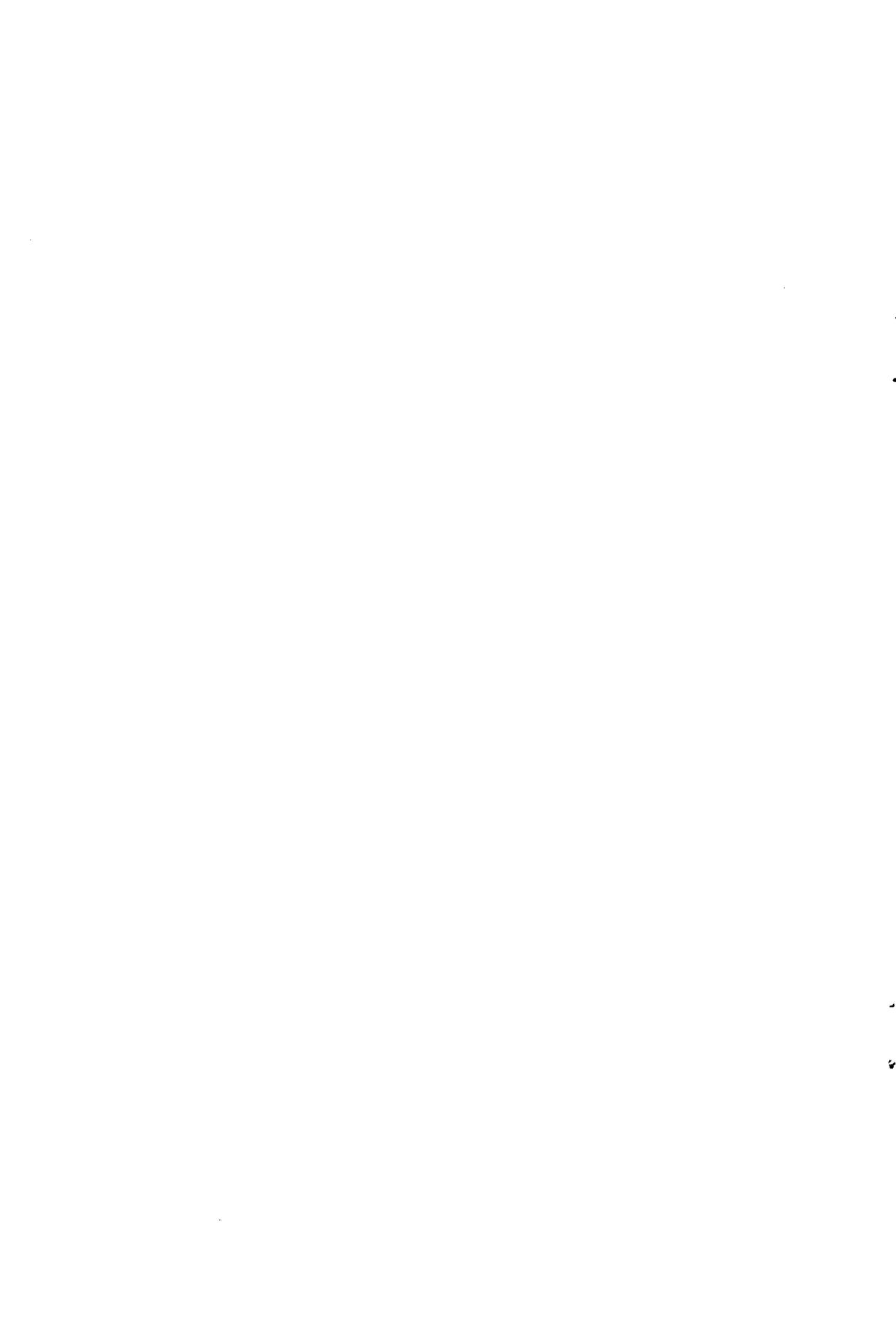
Las zonas desérticas y mediterráneas con cierto grado de sequía ocupan cerca del 50% del territorio nacional continental y en ellas habitan el 76% de la población urbana y el 51% de la población rural del país.

Por tal motivo, diversas instituciones relacionadas con el desarrollo de los recursos naturales renovables han estado efectuando, en los últimos años, trabajos encaminados hacia el mejoramiento del bienestar de los habitantes de estas zonas.

Reconociendo la importancia que le cabe a las ciencias forestales en el desarrollo de las zonas áridas CONAF, en conjunto con FAO y PNUD, planteó un proyecto denominado "Investigación y Desarrollo de Areas Silvestres en Zonas Aridas y Semiáridas de Chile".

El referido proyecto se inició a mediados de 1984 y debe finalizar a fines de 1988 y abarca desde la zona desértica hasta la mediterránea subhúmeda por el Sur. El Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/83/017 contempla la ejecución de 21 estudios, un número similar de tesis de grado para ingeniería forestal y la participación de consultores nacionales y extranjeros para temas específicos.

Prácticamente todas las posibles actividades que realiza el sector forestal en las zonas de estudios están incluidas en el proyecto.



SEGUNDA PARTE

TRATAMIENTOS SILVICULTURALES EN CHILE

V. METODOS DE REGENERACION NATURAL EN BOSQUES MEDITERRANEOS

El tema del presente capítulo se refiere fundamentalmente a los bosques mediterráneos, pudiendo incluirse, además, los matorrales altos constituídos por tallar de las especies arbóreas.

Dentro de dicho objeto de análisis se considera en este capítulo la primera parte del proceso silvicultural, es decir, el período de regeneración (Vita, 1978). Durante este período se realizan todas las intervenciones tendientes a la obtención de un nuevo rodal cuya estructura y composición sea la más adecuada para el cumplimiento de los objetivos del plan de manejo.

1. Bases de la silvicultura en zonas mediterráneas

Los fundamentos generales de la silvicultura mediterránea son los mismos que en zonas templadas más húmedas. Como principio básico se debe considerar que llegado el momento de proceder a la explotación final para la obtención del producto deseado se deben realizar las acciones tendientes para regenerar el rodal, es decir, la explotación final debe coincidir con la regeneración.

Las cortas intermedias, es decir, las intervenciones que se realizan en aquella parte de la rotación no incluida en el período de regeneración, son fundamentalmente las mismas, difiriendo en la importancia relativa de algunas de ellas. No obstante, existen algunas particularidades en la silvicultura mediterránea, como es el caso de las podas y de los tratamientos intermedios para la obtención de ciertos tipos de producto, tales como cortezas.

Al igual que en los bosques templados más húmedos que no han sido sometidos anteriormente a manejo, la vegetación se presenta en forma irregular, como consecuencia de la dinámica natural, las variaciones ambientales y el grado de intervención humana. Sin embargo, en el caso de los bosques mediterráneos, esta irregularidad se acentúa debido a la sensibilidad de la vegetación a los cambios ambientales, particularmente de la fisiografía. Por tal motivo, el inicio de las intervenciones silviculturales en un bosque anteriormente sin manejo implica, en la generalidad de los casos, la consideración de una fase transitoria que permita pasar lo más rápidamente de un estado de irregularidad a una situación normal. Esta situación normal de regularidad significa la constitución de rodales homogéneos a nivel de unidades silviculturales bajo la forma de masa de monte alto regular, monte alto irregular, monte bajo o monte medio.

Otra particularidad de la silvicultura mediterránea es la presencia generalizada de ganado en los terrenos forestales, por lo que hay que tomar medidas especiales en la aplicación de los tratamientos silviculturales.

No obstante lo anteriormente expuesto, el rasgo más característico de la silvicultura mediterránea radica en el modo de obtener la regeneración. La dificultad para producir brinzales, como consecuencia

de las características del medio, determinan la necesidad de recurrir en forma generalizada a la regeneración vía vegetativa.

2. Ordenación

La ordenación forestal tiene por objeto la organización en el espacio y en el tiempo de las intervenciones silviculturales con el propósito de controlar la producción, optimizarla y asegurar su persistencia.

La unidad básica en la ordenación forestal es el cuartel o serie el cual se caracteriza por constituir un área autosuficiente para la producción de bienes y servicios en forma permanente y al cual se aplica un método dado de tratamiento silvicultural fundamental. En general, es equivalente al bosque.

En la definición del cuartel o serie influyen tanto aspectos administrativos como del estado ecológico. Los primeros se refieren a los límites dados por una propiedad o bien por superficies máximas susceptibles de ser controladas en forma eficiente. En zonas mediterráneas debido a la menor potencialidad de los ecosistemas, al estado generalizado de degradación de los mismos y, en muchos casos, a la imposibilidad de aplicar una silvicultura intensiva por la baja capacidad de inversión de los propietarios, el tamaño de los cuarteles tiende a ser mayor que en el caso de zonas templadas más húmedas. Bajo dichas condiciones, los tamaños más frecuentes de estas unidades fluctúan entre 1.000 y 7.000 ha (Boudy, 1952).

En relación al estado ecológico, lo tradicional ha sido zonificar el predio según los diferentes objetivos de producción, tales como áreas agrícolas, forestales, ganaderas, etc. En el caso forestal, el cuartel queda definido por el objetivo de producción maderera o de otros elementos de la biomasa leñosa. En la actualidad y, en especial, en países o en partes de países en desarrollo, la tendencia es integrar los diferentes tipos de producción, particularmente el silvopastoreo e incluso el sistema agrosilvopastoral (Montoya, 1983 y Montoya, 1987).

En los países de la Cuenca del Mediterráneo se está planteando la sustitución del concepto de ordenación forestal por el de ordenación del espacio, lo que implica una ordenación integrada (Silva Mediterránea, 1985b). El objetivo es integrar mejor los objetivos de protección y producción con los de utilidad social, por ejemplo, el "turismo verde".

Tomando como base la vegetación forestal, la unidad de ordenación quedará definida por un tipo vegetacional al cual se pueda aplicar un mismo tratamiento silvicultural. Por ejemplo, si se trata de un área con existencias de Quillaja saponaria y en que el objetivo central de manejo sea esta especie, se considerarán dentro del cuartel todas las áreas donde se encuentre la especie en la actualidad y donde potencialmente pueda desarrollarse. En este último caso se puede contemplar, como medida transitoria, la repoblación artificial. Si el objetivo es silvopastoral, la unidad de manejo podrá estar constituida

por diferentes especies arbóreas con estructura de monte alto abierto que permita el desarrollo de la estrata herbácea bajo ellas.

Tal como se indicó anteriormente, si la superficie predial es grande y si el tipo de producto a obtener es de valor, el tipo forestal se puede dividir en varias unidades de ordenación, cada uno con su propio plan de manejo. En este caso se hace distinción entre cuartel y serie. El tipo forestal o unidad mayor se denomina cuartel; las unidades de ordenación menores se denominan series. El tratamiento silvicultural general será el mismo, pero las modalidades de aplicación podrán ser diferentes.

Como ejemplo de lo anterior se pueden mencionar los dos predios principales que contienen Jubaea chilensis, Ocoa y Cocalán. En el primer caso, de acuerdo a un inventario realizado por Rubinstein (1969) se definieron seis unidades diferentes basadas en características afines de exposición, pendiente, suelos y densidad de los rodales. La superficie total es de 4.043 ha y las superficies de las unidades fluctúan entre 150 y 2.064 ha. En este caso, cada unidad definida puede constituir una serie, con la posibilidad de integrar la más pequeña (150 ha) a otra mayor. El tratamiento silvicultural podrá ser el de selección, correspondiente al monte alto entresacado, pero las modalidades y los detalles de aplicación serán diferentes en cada unidad. Por ejemplo, en algunos se dará más énfasis a la producción de frutos, en otros a la de miel; en ciertos casos habrá mayor necesidad de recurrir a la población artificial, etc.

Situación similar a la anterior se produce en el predio Higuera N° 1 de la Hacienda Las Palmas de Cocalán (González, 1985). En este caso, el predio se dividió en unidades de manejo según situaciones fisiográficas, tomando como límites las quebradas y las altas cumbres.

La unidad básica silvicultural es la parcela o rodal en la cual se realizan las intervenciones en un momento dado (generalmente un año) y en su totalidad. Deben tener una cierta homogeneidad interna. Esta homogeneidad debe ser, tanto desde el punto de vista ecológico o potencial de la estación, como desde el punto de vista de las condiciones de utilización de la misma y del estado actual de la población (Montoya, 1983).

En los bosques templados húmedos las parcelas quedan definidas por la asociación vegetal, la clase de edad y el grado de artificialización, en el caso de los bosques nativos no sometidos a manejo con anterioridad. Como ya se indicó, los bosques mediterráneos son más irregulares, conformando mosaicos de vegetación distinta en cuanto a composición, grado de artificialización, desarrollo, etc. Ello plantea la dificultad para establecer parcelas basándose solamente en dichas características puesto que resultarían unidades excesivamente pequeñas.

A modo de ejemplo, en un estudio realizado en 2.187 ha en la comuna de Conchalí, al NE de Santiago (Ahumada y Serrano, 1987), resultaron 112 unidades vegetacionales homogéneas, lo que da un tamaño promedio de 20 ha para cada una. Dicha superficie corresponde a lo habitual en bosques templados húmedos de alta productividad, en que es factible una silvicultura intensiva, pero distinta es la situación en las zonas mediterráneas. Por tal razón Boudy (1952) propone considerar la situación topográfica y la exposición como elementos preponderantes en la definición de parcelas.

En otro estudio realizado en la Quebrada de la Plata, ubicada al Poniente de Santiago (Etienne y Contreras, 1981), resultaron unidades vegetacionales aún menores que en el caso de Conchalí (Ahumada y Serrano, 1987) debido a la mayor diversidad de posiciones fisiográficas y exposiciones en el predio.

No obstante lo anterior, la metodología de cartografía de ocupación de tierras (Etienne y Prado, 1982) empleada en este caso, posibilita la agrupación de unidades vegetacionales afines en unidades mayores, lo que permite aumentar el tamaño de las parcelas, si su constitución se basa en este aspecto. En la Quebrada de la Plata, mediante este procedimiento, las unidades resultantes tiene superficies que, en algunos casos, alcanzan a las 100 ha.

Por otro lado, la metodología citada permite interpretar las áreas que potencialmente podrían ser cubiertas con una especie de valor. Por ejemplo, en la Quebrada de la Plata la especie más valiosa es Quillaja saponaria. En la actualidad aparece como dominante en muy pocas unidades, pero potencialmente puede ocupar gran parte de la superficie total.

En el Cuadro V-1 se ha agrupado la vegetación de la Quebrada de la Plata según los tipos fisionómicos dominantes, para dar una idea de la situación general de la vegetación en dicha localidad.

CUADRO V-1: Distribución de los tipos fisionómicos dominantes en la Quebrada de la Plata. (Fuente: Etienne y Contreras, 1981).

| Tipo fisionómico | % del área cartografiada | | |
|---------------------------|--------------------------|--------|--------|
| | Area total | Exp. N | Exp. S |
| Bosques | 4 | 0,1 | 3,9 |
| Matorrales arbóreos | 4 | 0,3 | 3,7 |
| Matorrales medios y bajos | 77 | 39,0 | 38,0 |
| Praderas | 11 | 8,0 | 3,0 |
| Zonas degradadas | 4 | 3,0 | 1,0 |

En el caso de la especie valiosa, Quillaja saponaria, aparentemente estaría muy poco representada (8% del área total). No obstante, la observación de la carta de ocupación de tierras indica que la especie está presente en todos los tipos fisionómicos, con excepción de las zonas degradadas. En los tipos no arbóreos, la cobertura de la especie es baja, pero debido a las características de dispersión de las semillas, los ejemplares presentes pueden ser la base para una regeneración natural que amplíe dicha cobertura.

Para las condiciones de las dehesas españolas, Montoya (1983) recomienda parcelas con superficies de 5 a 50 hectáreas, reconociendo, eso sí, que superficies mayores facilitan el manejo. El problema de las grandes superficies es el de la heterogeneidad interna. El mismo autor, para el alcornocal de Mamora (Marruecos), que tiene una superficie de 60.000 ha, propone parcelas de superficie promedio 1.300 ha cada una (Montoya, 1987). Por su parte, Boudy (1952) propone para África del Norte, en general, parcelas de 20 a 300 ha.

Debido a que la regeneración, sea esta natural o artificial, requiere de un cierto tiempo antes de ser expuesta al ganado, presente en la mayoría de los casos en los bosques mediterráneos, es necesario prever un período de protección para la regeneración hasta que alcance un desarrollo que le permita evadir el eventual daño ocasionado por los animales. La resistencia al ganado depende del tipo de animales. Según Montoya (1983) se adquiere mucho antes frente al ganado ovino que al bovino o caprino.

Para quedar libre de la acción de las ovejas, la regeneración debe tener como mínimo 1,5 m de alto, mientras que para escapar de las cabras y de las rascaduras de los vacunos, se requiere el doble o triple de dicha dimensión.

Por otra parte, la dificultad para obtener regeneración natural por semillas lleva a la necesidad de esperar varios años para producir un repoblado suficiente y, posteriormente, un período de tiempo de protección contra la excesiva insolación.

Por las razones anteriores, tanto de índole silvícola como pastoral, se hace necesario la consideración de un cierto período de tiempo que requiere la regeneración para que se produzca y para que prospere. Ello implica la necesidad de reunir parcelas en un tramo o grupo de regeneración.

El tramo se podría definir como la parte de un cuartel que debe explotarse en un período de regeneración. En los casos en que el período de regeneración no requiere de la explotación de los árboles adultos, por ejemplo, cuando la densidad de estos es muy baja o la repoblación es por métodos artificiales, se prefiere hablar de grupo de regeneración (Montoya, 1983).

En los bosques que ya estaban sometidos a manejo con anterioridad la superficie del tramo se determina mediante la fijación de un período de regeneración y de la rotación, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$s = S \times \frac{P}{R}$$

donde : s = superficie del tramo
S = superficie del cuartel
P = período de regeneración
R = rotación

En el caso de existir dos especies interesantes de rotación diferente y que están entremezcladas a nivel de parcelas, se aplica la fórmula:

$$s = P \left(\frac{S_1}{R_1} + \frac{S_2}{R_2} \right)$$

donde : s = superficie del tramo
S₁ = superficie ocupada por las parcelas de la especie 1
S₂ = superficie ocupada por las parcelas de la especie 2
R₁ = rotación de la especie 1
R₂ = rotación de la especie 2

Este último caso solamente se puede aplicar a condición de que el tratamiento silvicultural sea el mismo para las dos especies.

La fijación del período de regeneración en la silvicultura mediterránea depende fundamentalmente de los siguientes aspectos:

- a) Tiempo necesario para que se produzca regeneración natural por semillas, en los casos que corresponda.
- b) Duración de la protección de los brinzales contra la insolación.
- c) Que la regeneración, de cualquier origen que sea, alcance un desarrollo tal que le permita resistir la acción del ganado.

En otras palabras, el período de regeneración termina cuando el repoblado no requiere de ningún tipo de protección.

Desde el punto de vista de gestión forestal, el período se fija considerando los aspectos anteriores y luego se agrega un 50% más de dicha cantidad, para efectos de permitir una mayor flexibilidad en la gestión. Además, se procura que el período de regeneración sea un submúltiplo de la rotación, para facilitar la organización de las cortas en el terreno.

En la Cuenca del Mediterráneo, los períodos de regeneración así definidos, fluctúan entre 20 y 30 años.

En condiciones de bosques ordenados el tamaño del tramo en relación al tamaño del cuartel varía entre $1/4$ y $1/12$, este último en el caso de especies de rotaciones largas. A diferencia de lo que ocurre con los bosques templados húmedos, el tamaño del tramo está limitado por las necesidades de pastoreo. Mientras más largo el período de regeneración en relación a la rotación, mayor será la necesidad de excluir terrenos del pastoreo, lo cual puede ser insostenible en ciertos casos.

Las consideraciones anteriores son válidas para bosques que están en proceso de producción bajo manejo con bastante anterioridad, situación que no es común en las regiones de clima mediterráneo. Por tal motivo, en la gran mayoría de los casos habrá que contemplar un período de transición para pasar de la situación actual de irregularidad, motivada, como ya se indicó, por la sensibilidad de la vegetación a los cambios de las condiciones ambientales locales y la acción antrópica, a un estado más ordenado.

Lo anterior implica una ordenación transitoria, que tendrá vigencia mientras dure la fase transitoria. La duración de esta fase transitoria dependerá fundamentalmente de las características del propietario, considerando que se requiere de un esfuerzo financiero extraordinario, ya que, en la mayoría de los casos habrá que efectuar inversiones a futuro que en el momento no tienen compensación, situación que es más evidente mientras mayor sea el estado actual de degradación del recurso.

Si la disponibilidad de recursos no es una limitante severa, la ordenación transitoria podrá considerar una fase transitoria de duración equivalente a la cuarta parte o a la mitad de la rotación de la o las especies sometidas a manejo. Ello implicará disponer de un tramo bastante grande en relación al cuartel ($1/2$ a $1/4$). Para disminuir el problema de la menor disponibilidad de terrenos para el ganado, la estrategia puede ser el acortamiento del período de regeneración. Para tales efectos, la regeneración vía vegetativa adquiere especial relevancia. Para acelerar el proceso de transición, a diferencia de lo que ocurre en un período normal, mientras se está trabajando en el primer tramo se puede iniciar la regeneración en el segundo y antes de que esté listo el segundo se comienza con el siguiente. Para la fase transitoria, Boudy (1952) recomienda dividir el cuartel en tres tramos, de manera que se llegue al estado normal en el menor tiempo posible.

Para efectos de elegir las parcelas que integrarán el tramo al comienzo de un plan de manejo los criterios serán los siguientes:

- a) Aquellas que contengan ejemplares en edad de explotación o en estado de sobremadurez.

- b) Sectores con ejemplares adultos en edad de explotación, con baja densidad, pero que pueden servir de base para una regeneración natural.
- c) Sectores sin ejemplares de especies valiosas o en que éstas están en muy baja densidad y en que por lo tanto se debe recurrir a la repoblación artificial.

Como se desprende de lo recientemente expuesto, la ordenación de los bosques y matorrales mediterráneos implica el disponer de superficies relativamente grandes, como consecuencia de la baja productividad del recurso. En el caso de pequeños propietarios la actividad forestal por si sola no será capaz de otorgarle un sustento en forma permanente. En tal caso, adquiere mayor importancia la integración agrosilvopastoral, de modo que el propietario adquiera productos de diferentes fuentes del ecosistema y no dependa exclusivamente de los productos forestales.

3. Generalidades sobre la regeneración natural

3.1 Regeneración por semillas

En la silvicultura mediterránea el aspecto de tolerancia de las especies adquiere otra dimensión. Especies que se pueden considerar como intolerantes, requieren de una cubierta protectora durante sus primeros estados de desarrollo. Dicha cubierta protectora la pueden soportar los brinzales durante largo tiempo. La referida protección es indispensable para resistir los rigores de la estación seca, particularmente la insolación y los vientos.

En algunas especies, como Cryptocarya alba, Beilschmiedia miersii y Schinus latifolius, la regeneración habitualmente se produce bajo la cubierta arbórea. En otras, como es el caso de Quillaja saponaria y Jubaea chilensis, los arbustos tienen una participación decisiva. Se puede señalar que esta es otra de las particularidades de la silvicultura mediterránea.

El estado del suelo también es importante para el éxito de la regeneración natural por semillas. Otro aspecto que tiene influencia es presencia de animales menores, particularmente roedores y lagomorfos, como asimismo el ganado.

En algunas especies, como es el caso de los pinos mediterráneos, el fuego es un elemento importante en la regeneración, siendo esta otra de las características de la regeneración natural en zonas mediterráneas.

La producción de semillas rara vez constituye un factor limitante en la regeneración. La mayor parte de las especies de estos ambientes semillan abundantemente casi todos los años.

Para que se produzca regeneración natural por semillas en las zonas mediterráneas debe existir una conjunción de factores favorables (Boudy, 1952): ciclos periódicos de años lluviosos y con estación seca más corta, además de una disminución de la presión antrópica y pastoral sobre el bosque. Las condiciones climáticas favorables se producen a intervalos relativamente alejados, motivo por el cual los períodos de regeneración en los planes de manejo deben ser alargados. Por otra parte, en la mayoría de los casos, la regeneración natural por sí sola no es capaz de producir un repoblado suficiente.

3.2 Regeneración por retoños

En la actualidad la mayoría de los bosques mediterráneos existentes son el resultado de la regeneración por tocón. Particularmente las especies latifoliadas, e incluso algunas coníferas, dependen de esta modalidad como principal estrategia para perpetuarse en ambientes secos. Por tal motivo, el tallar constituye la base de la regeneración natural en zonas mediterráneas.

Como parte de la referida estrategia las especies de estos ambientes mantienen la capacidad de retoñar a edades mucho más avanzadas que las de zonas templadas más húmedas. Por ejemplo, Quercus suber es capaz de retoñar hasta los 100 años, mientras que Q. ilex lo hace hasta los 200 años (Boudy, 1952).

Dentro de las condiciones en que crecen estas especies, la capacidad de retoñación es más elevada en estaciones más favorables, tales como baja altitud y condiciones de mayor humedad.

Además de retoñar después de cortas de ejemplares en edades avanzadas, las especies mediterráneas tienen la capacidad de soportar mayor cantidad de cortas que las especies de climas templados más húmedos.

El fuego tiene una importante participación en la regeneración vegetativa en zonas mediterráneas. En algunas especies produce vigorosos retoños en los tocones y raíces de los árboles calcinados. Esto ha sido observado en Cryptocarya alba, por ejemplo, en la localidad de El Canelo, Cajón del Maipo. No obstante, la repetición de los incendios a intervalos cortos puede provocar la muerte de la regeneración y los tocones pierden fuerza para producir nuevos retoños.

Inicialmente el crecimiento de los retoños es más rápido que el de brinzales. Mientras más joven es el tocón más rápido es el crecimiento. En Cryptocarya alba, a las seis semanas de iniciada la brotación los retoños tienen hasta 25 cm de largo, en lugares quemados 15 días antes del inicio de la brotación (Altieri y Rodríguez, 1974).

La rapidez de crecimiento de los retoños asegura a la regeneración una protección más rápida contra los efectos del fuego y el pastoreo, lo que le da una clara ventaja sobre la regeneración por semillas. Por otra parte, además de una mayor cantidad produce una mayor regularidad en la regeneración.

4. Monte alto

En su forma clásica, el monte alto se puede emplear preferentemente en las especies que no tienen capacidad de retoñación, como es el caso de Jubaea chilensis, Pinus radiata y Cupressus macrocarpa, entre otras.

En zonas mediterráneas el término monte alto se aplica en un sentido menos restrictivo que en bosques húmedos, ya que no sólo incluye individuos provenientes de semilla, sino también de retoños de tocón que han pasado ciertas dimensiones, para lo cual debe quedar un solo retoño por cada tocón. En otras palabras, el monte alto en zonas mediterráneas está basado más bien en la altura y el grosor de los individuos que en la forma de origen (Boudy, 1952). En Francia este tipo de monte alto se denomina "fustal sobre tocones".

Se debe considerar que la regeneración natural por semillas es indispensable para asegurar la permanencia del bosque a largo plazo, mediante el rejuvenecimiento de las poblaciones. Además, en los bosques en que la producción de frutos es un objetivo importante los ejemplares provenientes de semilla dan una mayor producción.

Por tales motivos, en los métodos de regeneración de monte alto con especies latifoliadas la estrategia general es la obtención del máximo de brinzales complementado con retoñación de tocón.

A modo de ejemplo, en España se considera como normal en alcornoques que la regeneración natural de un monte alto provenga en un 90-95% de tocón y 5-10% de semillas (Ruiz de la Torre, 1976).

4.1 Monte alto regular

La estructura de monte alto regular corresponde a aquellos rodales en que los ejemplares tienen la misma edad o clase de edad. En esta última situación se encuentran aquellos casos en que el período de regeneración es más bien prolongado lo que da origen a diferencias de edades a nivel de parcela que puede ser de 20-30 años o incluso más.

En principio, desde el punto de vista fisionómico esta estructura se caracteriza por la regularidad en las alturas de los ejemplares que la conforman, pudiendo existir montes altos regulares con dos estratos correspondientes a dos especies de distintas dimensiones o incluso de dos clases de edades (Foto 16 apéndice).

La estructura de monte alto regular se emplea preferentemente para objetivos de producción maderera, silvopastorales y recreacionales. En el caso de bosques productores de frutos la experiencia con Quercus suber señala que las coberturas ideales están entre el 10 y el 30% (Montoya, 1980). Además, esta estructura es muy eficaz para la prevención de incendios, al mantener una cubierta alta que da sombra al sotobosque, lo que significa un obstáculo para su desarrollo, que finalmente previene la propagación de incendios superficiales y la posibilidad de que éstos pasen a las copas (Morandini, 1981).

Los tratamientos que pueden conducir a esta forma de masa son tres: tala rasa, árbol semillero y cortas sucesivas.

4.1.1 Tala rasa

Todos los árboles de una parcela (tala rasa total) o de una parte continua de una parcela (tala rasa parcial) son cortados en un año.

El ejemplo más característico de aplicación de la tala rasa total, en el caso de Chile, es en Pinus radiata, donde el empleo del fuego constituye una herramienta muy eficaz para el logro de la regeneración.

El método consiste en la quema de los desechos de la explotación, los cuales son previamente ordenados en pilas o fajas o bien simplemente los restos quedan esparcidos cubriendo toda la superficie.

La regeneración se produce a partir de los conos existentes en las ramas cortadas o en el suelo y que se abren bajo el efecto de las altas temperaturas. Estas altas temperaturas pueden ser provocadas por la insolación, sin que sea necesaria la quema.

El método descrito tiene base ecológica por cuanto el fuego es un elemento presente en los ecosistemas de P. radiata en su lugar de origen, por lo cual, la especie tiene estrategias para sobrevivir en dichos ambientes a través de conos serotinos. Los ambientes donde se usa el método en Chile son similares, en cuanto al clima, a los de California.

La tala rasa total da como resultado estructuras de monte alto regular cerrado. (Foto 17 apéndice).

En el bosque nativo latifoliado la tala rasa se puede emplear en fase transitoria para acortar el período de regeneración en rodales envejecidos y de estructura no uniforme. En este caso la regeneración se produce a partir de tocón.

En Eucalyptus globulus se emplea para producir montes altos, aunque en este caso, la regeneración será también mayoritariamente a partir de tocón.

4.1.2 Arbol semillero

Debido al estado actual de muchos de los bosques mediterráneos, en que la cobertura corresponde a un bosque estepario (inferior a 30%), este método probablemente sea el que tenga más posibilidades de aplicación para la obtención de regeneración natural por semillas.

El tratamiento está especialmente adaptado para especies de semillas dispersadas por el viento lo que les permite alcanzar distancias considerables a partir de los semilleros. Por tal motivo, una cantidad de 15 a 25 ejemplares por hectárea puede ser suficiente para cubrir toda el área.

Es el método más efectivo para aumentar la cobertura, por medios naturales, de una especie valiosa en que el estado actual es de baja densidad.

El ejemplo más característico de posibilidad de empleo del método en los bosques mediterráneos de Chile es en Quillaja saponaria. De acuerdo a estudios realizados por Novoa (1987) en la IV Región (mediterránea árida) la densidad de Quillaja saponaria varía entre 3,1 y 3,7 árboles por hectárea. Por otra parte, de 75 rodales de bosques esclerófilos analizados en la cátedra de Silvicultura Aplicada de la Escuela de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, en 26 de ellos, correspondientes en su gran mayoría a quillay, es propuesto este tratamiento para iniciar el manejo de dichos rodales.

En la Quebrada de la Plata se observó la producción de abundante regeneración de la especie en casillas preparadas para una posterior siembra directa, ubicadas en las cercanías de ejemplares de quillay (Vita, 1974). En este caso, el principal factor limitante para la regeneración era el estado físico del suelo.

En el sector de Cuz-Cuz, correspondiente a la comuna de Illapel, IV Región (mediterránea árida) se realizó un estudio de regeneración de Quillaja saponaria, en que uno de los métodos analizados fue la regeneración natural por semilla (Vita y Hernández, 1986).

En un pequeño sector muy abierto con quillay, en la parte alta de un cerro con exposición Sur (Foto 18 apéndice), se constató que existía una cierta cantidad de plántulas producidas en años anteriores, hecho poco habitual en la especie. La mayor parte de la regeneración estaba protegida por arbustos o piedras.

Con el propósito de analizar la influencia de la protección otorgada por la copa de los árboles o arbustos sobre el comportamiento de la regeneración se eligieron cinco ejemplares de quillay, de altura aproximada 5 m, como semilleros. Además, se efectuaron trabajos al suelo bajo la forma de surcos en curvas de nivel y en casillas.

Un resumen de los resultados obtenidos en el estudio se indican en el Cuadro V-2.

CUADRO V-2: Cantidad de plántulas de Quillaja saponaria existentes bajo diferentes condiciones de protección. (Fuente: Vita y Hernández, 1986).

| Tipo de protección | Nº de plántulas |
|--------------------|-----------------|
| Bajo copa | 18 |
| Arbustos o rocas | 125 |
| Sin protección | 5 |

La cantidad indicada corresponde a la máxima obtenida en un control realizado en Octubre, e incluye a 138 ejemplares producidos con anterioridad a 1985, año de la evaluación y sólo 10 plántulas producidas ese año. Se debe tener presente que en 1985 en la zona sólo cayeron 57 mm de precipitación (Vita y Hernández, 1986).

En el mes de Diciembre la cantidad de plántulas disminuyó levemente (se contabilizaron 139 ejemplares), en tanto que en Mayo de 1986, cuando aún no llovía la cantidad total disminuyó a 96 plántulas. Se observó que la regeneración con más de dos años de edad soporta bien prolongados períodos de sequía.

Tanto para la regeneración reciente como más antigua, la tendencia en cuanto a la protección, es similar. En el Cuadro V-2, se puede observar la influencia de los arbustos o piedras, ubicados en los sectores adyacentes a la cobertura de la copa, sobre la regeneración.

En cuanto al trabajo al suelo este no tuvo ningún efecto sobre la producción de regeneración, posiblemente debido al relativo estado de conservación.

En la Foto 19 se muestra el ambiente favorable para la regeneración de quillay.

La especie arbustiva más frecuente en el área corresponde a Adesmia arborea.

Bajo la copa de los árboles semilleros, la cantidad de plántulas disminuye apreciablemente. La razón más probable de ello es la acumulación de hojarasca bajo ella, la cual impediría a la semilla de quillay, de pequeño tamaño (2-3 mm) tomar contacto con el suelo mineral. Otra posibilidad sería el exceso de sombra producida por la copa. Puede influir también la concentración de ganado que se produce bajo la copa de los árboles en las horas de mayor calor. Se debe señalar que el área de estudio no estaba completamente excluido del ganado caprino existente en la zona. Al observar la Foto 18, se advierte que las posibilidades de sombra en el área son escasas.

En el caso de arbustos o rocas, las plántulas estarían más protegidas contra el ganado, ya que el acceso de éste hacia dichos puntos es más fácil que bajo la copa de los árboles, donde habitualmente no hay arbustos.

En cuanto a la distribución de la regeneración, la zona de mayor abundancia de plántulas se encuentra entre el límite de la proyección de la copa hasta 3-4 m de dicho límite y en dirección hacia el NE, debido a la acción del viento SO, dominante en la época de semillación. La distancia máxima a la cual se produce regeneración en el sector analizado es de 12 m, lo que considerando la altura de los semilleros, indica una distancia máxima de dispersión de 2,5 veces la altura de los ejemplares.

Respecto al desarrollo, la mayoría de las plántulas tenía menos de 5 cm de altura, existiendo 5 ejemplares con alturas de 6-10 cm y uno de 36 cm. Además, habían 5 ejemplares más antiguos no considerados en los controles, de 20 cm de altura y 20 cm de diámetro total, los cuales estaban severamente ramoneados, no obstante encontrarse bajo arbustos (Foto 20 apéndice).

La presencia de individuos de mayor desarrollo significa que en el área de estudio la regeneración natural de quillay se produce y, lo que es más importante, prospera. En la silvicultura mediterránea es normal que se requiera de una gran cantidad de plántulas para obtener finalmente unos pocos ejemplares en etapa final de brinzal (1,00-1,50 m de altura). En este caso, ello ocurre, a condición de controlar la presencia de ganado durante el período de regeneración.

La participación de la estrata arbustiva como complemento de la estrata arbórea para producir regeneración natural de ésta, constituye otra de las particularidades de la silvicultura mediterránea. Por tal motivo, durante el desarrollo del rodal especialmente en las etapas finales próximas al nuevo período de regeneración se debe prever la mantención de una cubierta suficiente de arbustos. La ausencia de ellos, por sobrepastoreo u otra razón, puede significar la imposibilidad de obtener regeneración natural. (Foto 21 apéndice).

En este caso, aparte de la exclusión del ganado, se pueden efectuar trabajos al suelo en las inmediaciones y bajo los semilleros con el propósito de mejorar las condiciones para la germinación de las semillas de quillay y las relaciones hídricas para la sobrevivencia y desarrollo de las plántulas.

Con las especies del bosque esclerófilo cuya semilla es dispersada por gravedad - Cryptocarya alba, Beilschmiedia miersii - o por aves - Schinus latifolius, Maytenus boaria - el método del árbol semillero también es susceptible de ser empleado. Aunque las referidas especies no son capaces de diseminar las semillas a más de 1-2 m de la proyección de la copa, según antecedentes entregados por Montoya (1980) para el alcornoque, a diferencia de lo que ocurre con los bosques templados húmedos productores de madera aserrable, en la

silvicultura mediterránea la meta no es generalmente lograr una cobertura arbórea densa, sino solamente abierta o de tipo estepario.

En la Cuenca del Mediterráneo estos bosques abiertos con pastizales encuentran su máxima expresión en las "dehesas" de España occidental y el "montado" en Portugal. Dichos ecosistemas son bosques parque de Quercus suber o Q. ilex con una densidad de 10 a 50 árboles/ha donde el suelo, episódicamente cultivado con cereales, está cubierto de un tapiz herbáceo pastoral usado por ovinos mientras que las bellotas son consumidas por porcinos ibéricos. El jamón de estos últimos es de calidad muy superior cuando son alimentados por bellotas.

Formaciones similares se encuentran en los encinares-parque caducifolios del Norte de California (Le Houérou, 1980a).

Existen otros sistemas comparables, en particular el bosque parque de Argania sideroxylon en el sur de Marruecos, basado en la crianza de cabras, una cerealicultura episódica y en la producción de aceite de Argania. Sistemas similares se encuentran, en pequeñas superficies, en otras áreas de Marruecos, Italia (Cerdeña, Sicilia), Chipre, Turquía, Algeria y Túnez. Las principales especies usadas son Q. ilex, Q. suber, Olea europaea y Ceratonia siliqua (Le Houérou, 1980a).

4.1.3 Cortas sucesivas

El método de cortas sucesivas se puede aplicar especialmente en aquellos bosques densos o abiertos, característicos de estados sucesionales avanzados o climácicos. Tales situaciones se pueden encontrar más frecuentemente en la formación esclerófila costera (Foto 8 apéndice) y en las otras formaciones del bosque esclerófilo que tienen especies que constituyen asociaciones de alta densidad, como es el caso de Cryptocarya alba, Beilschmiedia miersii y Peumus boldus.

El método tiene la característica de producir regeneración bajo la cubierta de copas del dosel superior; de allí que también se denomina método de protección, siendo esta su característica fundamental (Vita, 1978).

Está especialmente adaptado para las especies más tolerantes del bosque esclerófilo, con semillas grandes y pesadas que son dispersadas por gravedad y que además requieren de abundante cantidad de hojarasca acumulada en el suelo (horizonte L) para germinar. Tales condiciones solamente se producen en rodales densos, ubicados preferentemente en fondos de quebradas, conos de deyección, piedmontes y laderas bajas de exposición Sur, en el interior y laderas altas en los sectores costeros.

Una de las especies que más frecuentemente se encuentra en dichas posiciones fisiográficas es Cryptocarya alba, donde en los estados climácicos llega a formar bosques puros. Un ejemplo de ello muy cercano a Santiago lo constituye la quebrada de Agua del Palo, en sector Sur del cerro Manquehue.

El método se puede emplear en rodales puros o mixtos y, en este último caso, el objetivo puede ser dirigir la producción hacia una de las especies presentes o hacia dos o más del conjunto. Además de las especies ya mencionadas, las cortas sucesivas se pueden aplicar en bosques abiertos o densos de Quillaja saponaria, puros o mezclados y en las asociaciones que contengan Prosopis chilensis y Acacia caven, estén en forma aislada o en conjunto, a condición que constituyan bosques densos o abiertos.

A diferencia de lo que ocurre con el método anterior, las condiciones de densidad requeridas para la aplicación del método se presentan en forma menos frecuente. De 75 rodales de bosques esclerófilos y espinosos analizado en la cátedra de Silvicultura Aplicada, Escuela de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, sólo en 11 de ellos se encontraban condiciones adecuadas como para usar este método.

En la mayoría de los casos bastará con aplicar una corta semillera con intensidad cercana al 50%, en términos de cobertura y, más tarde, cuando se considere que la regeneración no requiera de más protección contra los efectos de la insolación, se efectúa la corta definitiva. En ese momento los ejemplares deberán tener como mínimo 1,0-1,5 m de altura, por lo que el tiempo estimado para efectuar esta segunda corta es de 10 años.

Entre ambas intervenciones se puede prever la realización de una corta secundaria, especialmente en aquellos casos en que sea necesario alargar el período de regeneración.

Si el suelo no presenta las características de contenido de hojarasca señalado anteriormente, para el caso de las especies de semillas pesadas, o bien si está compactado, deberá realizarse algún tipo de trabajo manual o mecanizado para mullirlo.

4.2 Monte alto irregular

La forma de masa de monte alto irregular en bosquetes es la más habitual en rodales en estados climácicos o etapas de sucesión avanzadas. En las Fotos 22 y 23 apéndice se muestran dos bosquetes presentes en un sector del bosque de Aextoxicon punctatum como especie dominante, acompañada de Drimys winteri y Myrceugenia correaefolia de Fray-Jorge.

Los referidos bosquetes se encuentran prácticamente unidos entre sí. Aunque dos de las especies principales no corresponden al bosque esclerófilo, sino que se trata de relictos del bosque higromórfico actualmente ubicado en la zona Sur de Chile, fisionómicamente son similares a bosques densos de Cryptocarya alba y otras especies características de ambientes mediterráneos, donde también el bosque funciona a base de pequeños bosquetes regulares dando al conjunto la estructura de monte alto irregular.

En los bosques manejados de este tipo, la estructura irregular tiene el inconveniente de la dificultad de su aplicación y de requerir de una silvicultura de tipo intensivo.

Si se decide cambiar la estructura a monte alto regular se deberá aplicar el método de cortas sucesivas en su modalidad no uniforme por bosquetes. Esto significa que las diferentes intervenciones que caracterizan al método no se aplican en forma uniforme en la parcela, sino que de acuerdo al estado de cada bosquete. Por ejemplo, en el bosquete indicado en la Foto 22 apéndice se procederá a efectuar una corta semillera si aún no hay regeneración. En un bosquete en fase de desmoronamiento o destrucción más avanzada se procederá a efectuar una corta secundaria, mientras que donde exista regeneración avanzada con algunos ejemplares de la generación anterior, se efectuará una corta definitiva. En bosquete como el indicado en la Foto 23 apéndice no se hará nada por el momento; cuando haya finalizado el período de regeneración se podrán realizar cortas intermedias.

Con el sistema descrito, terminado el período de regeneración, el cual probablemente será más prolongado que en los montes altos regulares, se tendrá una estructura más cercana a este tipo y se habrá cumplido con la fase transitoria.

La diferencia entre el rodal original y el obtenido por el tratamiento será que en este caso las situaciones que se presentaban a nivel de bosquete en el rodal original, constituirán rodales. Además el rodal será más productivo que el original por dos razones: La primera, porque se dinamiza a través de las intervenciones durante el período de regeneración y posteriormente, en el de cortas intermedias. La segunda, porque en el bosque manejado se eliminan las fases de desarrollo menos productivas, como es la de envejecimiento; en tanto que en la de destrucción o desmoronamiento se reduce al período de regeneración. Esta modalidad de cortas sucesivas no uniforme es exclusiva de fases de transición.

En los bosques más abiertos y esteparios, también se producen situaciones de irregularidad, no tanto en el aspecto silvícola, sino más bien en el sentido amplio del término. Como consecuencia de los incendios y la acción antrópica, se ha acentuado la heterogeneidad natural de las formaciones de vegetación mediterráneas, formándose bosquetes heterogéneos en dimensiones y en edad.

El tratamiento de monte alto irregular en bosquetes sería el más adecuado para mantener la situación actual, pero debido a los problemas de gestión ya señalados y a la dificultad o imposibilidad para compatibilizarlo con el pastoreo, lo más probable es que, en la mayoría de los casos se tienda hacia la regularización.

Como antecedente se puede señalar que en ninguno de los 75 rodales de bosque esclerófilo y bosque espinoso analizados en la cátedra de Silvicultura Aplicada mencionada más atrás se consideró la aplicación de este método.

Distinta es la situación de la palma chilena (Jubaea chilensis), especie que naturalmente presenta, la estructura de monte alto irregular abierta, en aquellas áreas menos alteradas, donde la ganadería bovina no ofrece serios problemas a la regeneración y en que el tipo y valor de los bienes y servicios que entrega hacen que este método sea el más adecuado para el tratamiento de la especie.

Al referirse al monte alto irregular manejado es más propio hablar de monte alto entresacado para diferenciarlo del bosque irregular en el sentido amplio del término. El tratamiento silvicultural correspondiente a este tipo de estructura es el de selección. La principal característica del método es la realización, en forma simultánea a nivel de la parcela de cortas de explotación final y cortas intermedias. No se distingue período de regeneración dentro de la rotación, por cuanto el bosque está permanentemente en regeneración. Como unidad de tiempo, se considera el ciclo de cortas en lugar de la rotación, concepto que en el monte alto entresacado no tiene mayor significación (Vita, 1978).

A diferencia de lo que ocurre con los montes regulares a nivel de la parcela los diámetros se distribuyen según una curva de tipo J inversa.

En el caso de la palma se produce una diferencia fundamental con las otras especies. Una de las características de esta monocotiledónea es la de alcanzar el diámetro definitivo antes de comenzar el desarrollo en altura. Por tal motivo, para efectos de relacionar la frecuencia de los árboles con la edad que, en las otras especies se considera en forma práctica el diámetro a 1,30 m de altura, como equivalente de ésta en la palma se usa la altura (Rubinstein, 1969; González, 1985).

Otra característica del monte alto entresacado de palma es que se trata de un bosque muy abierto. En el palmar de Ocoa, el número de árboles por hectárea, sin considerar la regeneración, oscila entre 5 y 60 con alturas máximas de 32 m, en tanto que la regeneración varía entre 10 y 99 ejemplares por hectárea (Rubinstein, 1969).

En los cerros del palmar de Cocalán, González (1986) da valores de 7.910 ejemplares entre 1 y 19 m de altura, 4.834 ejemplares de regeneración natural, 3.983 provenientes de siembra directa y 1.480 de plantación. Si se consideran solamente los ejemplares adultos, la cantidad de palmas por hectárea en la parte de cerros es muy baja. En las laderas de posiciones intermedias es donde la palma es más escasa, con densidades inferiores a un ejemplar por hectárea. En laderas de exposición Norte, la especie se encuentra en densidades mayores, aunque variables, mientras que en las cabeceras de cuenca con exposición Norte se alcanzan densidades de hasta 50 ejemplares por hectárea. En el fondo del valle, la cantidad de ejemplares por hectárea puede ser superior a 200 (González, 1985).

En los bosques productores de madera aserrable manejados por el método de selección, en el momento de la intervención de una parcela se extraen los árboles sobre un diámetro límite superior (X) que, generalmente coincide con el punto en que comienza a declinar la tasa de crecimiento. Además, se obtiene un volumen complementario mediante los raleos realizados en las clases diamétricas inferiores, hasta un límite (Y) bajo el cual no se obtiene producto comercial (Vita, 1978).

En el caso de la palma la situación es bastante especial. Los productos directos que entrega la especie son principalmente dos: la miel y frutos. Para la obtención del primero se requiere de volteo mediante desarraigamiento de los ejemplares productivos. Estos ejemplares productores no deben tener una altura superior a los 10-12 m con el propósito de evitar quebraduras del estípote en la caída. Cabe señalar que dicha altura corresponde el punto a partir del cual se produce el estrechamiento del estípote de la palma (Rubinstein, 1969). (Foto 24 apéndice).

De acuerdo con lo anterior, la explotación de palma para la obtención de miel no contempla la corta de árboles de tamaño grande que han alcanzado un diámetro - en este caso altura - (X), sino ejemplares cercanos a una altura (Y), los cuales son extraídos mediante raleos. Estos raleos, aparte de cumplir con el propósito de producir miel, pueden ser necesarios desde un punto de vista silvicultural. Según Rubinstein (1969) cuando los ejemplares de palma crecen muy juntos entre sí disminuye la producción de frutos, llegando a ser nula y los ejemplares se presentan faltos de vigor y raquíuticos.

En el caso de la producción de frutos, esta se inicia en forma significativa pasada la altura de estrechamiento del estípote y continúa durante centenares de años (Foto 25 apéndice).

La producción de frutos se prolonga, durante toda la vida reproductiva de la especie hasta alcanzar una altura (X) sobre la cual, los ejemplares que han alcanzado esta rotación biológica, son eventualmente extraídos en la medida que sea necesaria la creación de espacio para la regeneración o para la fructificación de las palmas vecinas.

En la Figura V-1 se muestra un esquema de la situación productiva y de intervenciones en la palma.

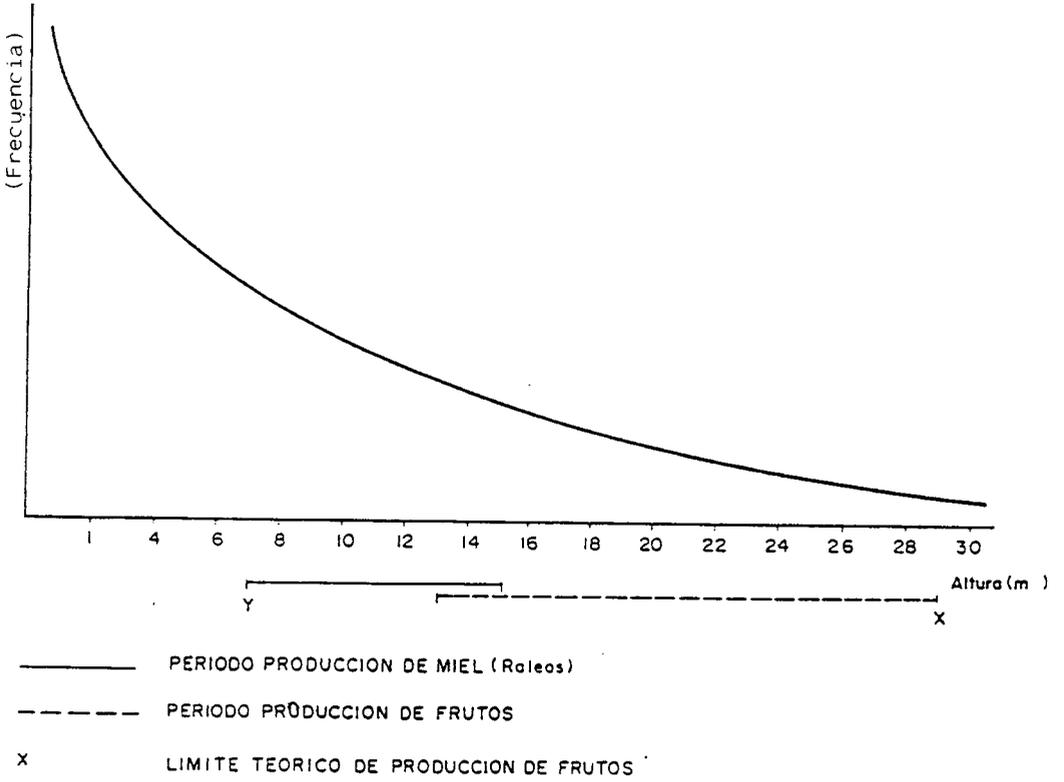


FIGURA V-1: Situación de producción y de intervenciones en Jubaea chilensis

En cuanto a la regeneración de la palma, esta depende exclusivamente de la producción de semillas. Por tal motivo, dentro del manejo de la especie debe preverse la extracción controlada de los frutos. Por ejemplo, en el Documento de Trabajo N° 39 del Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/76/003 (Garrido, 1981), se recomienda extraer frutos de un máximo del 80% de las palmas productoras, dejando el 20% restante uniformemente repartido en el área. En su defecto, proceder a la regeneración artificial mediante siembra directa o plantación. Ambas técnicas han sido probadas con éxito, especialmente en Cocalán (González y Vita, 1987).

Cualquiera sea el tipo de regeneración a usar es fundamental la presencia de un dosel protector de especies del matorral o bosque esclerófilo y espinoso. Por tal motivo, el tratamiento de la cubierta protectora es uno de los elementos a considerar en el proceso de regeneración natural manejada.

En repoblaciones artificiales se ha podido apreciar la importancia de dicha cubierta protectora. La sobrevivencia y desarrollo inicial sólo es posible bajo matorrales de vegetación acompañante y, mientras más precaria es la sombra, más disminuidos se ven los ejemplares en su desarrollo. Por el contrario, mientras mayor es la sombra, mayor es el vigor de la regeneración de palma (González, 1985). En terreno descubierto la regeneración no prospera. La utilización de una cubierta artificial hecha con ramas, tampoco ha dado resultados positivos ya que, al secarse, ofrecen una escasa protección (González, 1985).

Respecto al ganado bovino, este parece tener un efecto favorable sobre la germinación de palma, ya que los animales, al rumiar las semillas y luego deyectarlas, producirían un efecto de pretratamiento sobre ellas. No obstante, una vez producida la germinación, el ganado encuentra en el bosque, como única fuente de ramoneo, las pequeñas plántulas emergentes, las cuales, en su primera edad no resisten dicha acción (Rubinstein, 1969). Según este autor, los roedores, en especial el degú (Octodon degus), se alimentan principalmente del fruto seco de la palma, impidiendo así en parte su regeneración natural. Por lo tanto, habría que tomar medidas para disminuir el efecto de la fauna, tanto silvestre como doméstica.

Debido al tamaño de las semillas de la palma es probable que el estado físico del suelo tenga importancia determinante para el éxito de la regeneración. La semilla debe quedar enterrada en el suelo mineral o rodeada de hojarasca. Ello implica un suelo en buen estado de conservación, lo cual está directamente relacionado con el estado de la vegetación acompañante.

Una vez producida la germinación, lo cual demora entre seis meses y tres años después de caída la semilla, el período más crítico es hasta que el ejemplar haya formado el estípote. Durante dicho período, que demora 12-14 años, el ejemplar es muy sensible a la falta de cubierta protectora, a la acción del ganado y de la fauna silvestre y a la acción del fuego.

Alcanzando el diámetro basal de la palma adulta y producido hojas de tamaño adulto, la especie no requiere de mayor protección y empieza a crecer en altura, emergiendo del matorral que le ha servido de cubierta. En este caso se pueden considerar eventuales cortas de liberación y, más adelante, de mejoramiento, con el propósito de aumentar la tasa de crecimiento de la palma.

5. Monte bajo

Esta forma de masa se justifica en aquellos casos en que existe interés por productos de pequeñas dimensiones que se pueden obtener en forma mucho más rápida y a menor costo que mediante monte alto (Vita, 1978). Tal es el caso de leña, carbón, hojas medicinales, hojas para forraje, aceites esenciales, postes para cercos, polines para viñas, fibra corta de latifoliadas, etc. También se justifica en aquellos sitios en que a causa de su baja capacidad de producción no permiten obtener madera de grandes dimensiones.

Dentro del monte bajo o tallar se pueden distinguir dos tipos de estructura: monte bajo regular y monte bajo irregular.

5.1 Monte bajo regular

La diferencia fundamental entre el monte alto regular obtenido por retoñación, a falta de regeneración por semillas y el monte bajo regular consiste en la fisionomía del rodal. En el primer caso rápidamente se efectúan clareos y luego raleos para dejar finalmente un retoño por tocón el cual alcanza dimensiones similares a un monte alto. En cambio, en el monte bajo, debido a la corta rotación, nunca se va a llegar a las dimensiones de monte alto y como mínimo se tendrán, al término de la rotación dos retoños por tocón. Por lo tanto, la principal característica que distingue ambas estructuras es que en el monte bajo se tiene permanentemente - aunque en cantidad decreciente - varios retoños por tocón y de menor desarrollo que en el monte alto sobre tocones (Foto 26, apéndice).

Este tipo de estructura es la más ampliamente usada para la obtención de la mayor parte de los productos señalados. Se obtiene luego de una corta a tala rasa. De los 75 sectores analizados en la cátedra de Silvicultura Aplicada, Escuela de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, en 17 de ellos se planteó el monte bajo regular como estructura de manejo.

En el momento de la intervención deberán tomarse en cuenta las diferentes medidas para asegurar una abundante y vigorosa retoñación y la permanencia del tocón en el tiempo. Dichas medidas se relacionan con la época adecuada de corta, desarrollo del tocón en el momento de la corta, altura y forma del corte y tipo de herramienta empleada (Vita, 1978).

En el caso de Eucalyptus globulus, especie ampliamente tratada para la obtención de leña, en la zona de Ovalle, la consideración de las referidas medidas se ha traducido en mayor productividad y menor daño provocado por la larva de Phoracantha semipunctata, en comparación con rodales vecinos sin tratamiento (Foto 27 apéndice).

La retoñación de Eucalyptus globulus es generalmente muy vigorosa, tal como se aprecia en la Foto 18 apéndice.

Además de Eucalyptus globulus, el monte bajo regular se puede emplear para el tratamiento de las otras especies del género usadas para combustible, como es el caso de E. camaldulensis y, en particular, las especies provenientes del mallée que se están introduciendo en la región mediterránea árida, tales como: E. oleosa y E. viridis entre otras (Vita, 1986). También se contempla esta estructura para la mayoría de las especies del bosque esclerófilo y del bosque espinoso, cuando el objetivo en la producción de carbón o forraje foliar directamente alcanzable por el ganado, como es el caso de Maytenus boaria.

El monte bajo regular ha sido propuesto por Riggan and Dunn (1982) como tratamiento para regenerar las especies del chaparral luego de su explotación para la obtención de combustible. Para ello se consideran dos modos de explotación: a) manual, mediante herramientas tales como motosierras y sierras circulares; b) mecanizado, mediante el empleo de bulldozer, rastreador de arbustos o torres de madereo.

El primer método es muy intensivo en mano de obra, mientras que los segundos tienen la limitante de producir una excesiva remoción del suelo y de muchos tocones y sistemas radiculares, lo que restringe la retoñación. En el caso de las torres de madereo, las cadenas alteran el suelo y lo mezclan con la biomasa.

En la ordenación del sistema productivo se plantea una rotación de 20 años. La explotación se hará por tala rasa parcial, mediante bandas o claros que afecten sólo a un tercio de la parcela para no producir cambios muy fuertes en el ecosistema. De tal manera, que para determinar el tamaño de un cuartel para abastecer permanentemente una cierta demanda de biomasa, se requerirá de parcelas de superficies equivalentes al triple de la que se debe explotar anualmente y un total de 20 parcelas de estas características. Se plantea investigar la amplitud de cada banda o claro a talar y sus efectos ecológicos, visuales y silviculturales.

En la Cuenca del Mediterráneo la rotación del monte bajo de Quercus suber debe ser como máximo 50 años, ya que a esa edad los ejemplares de semillas alcanzan y superan a los retoños de la misma edad (Montoya, 1980). Este autor no recomienda la utilización como cepas madres de ejemplares de más de 30 cm de diámetro debido a la pérdida de vigor que se produce en la retoñación. Este autor señala que el método de beneficio de monte bajo puede dirigirse hacia la obtención de leña, corcho o taninos.

5.2 Monte bajo irregular

La estructura de monte bajo irregular consiste en tener, sobre cada tocón retoños de diferentes tamaños y edades. Este método fue ampliamente usado en el pasado, ya que se adaptaba muy bien a la forma de obtención de los productos mediante entresaca. No obstante, en la cuenca del Mediterráneo su empleo está en regresión debido a las siguientes causas: a) no es apto para especies de luz; b) es incompatible con el pastoreo; c) dificultad para realizar un corte a baja altura y, por lo tanto, no se produce emisión de raíces por parte de los retoños y éstos no se independizan del tocón, impidiendo su rejuvenecimiento (Boudy, 1952).

En el caso de Chile, el método puede ser interesante para el tratamiento de Peumus boldus con el propósito de obtener hojas medicinales. Para ello se plantea un ciclo de cortas no inferior a cuatro años. En la cátedra de Silvicultura Aplicada, Escuela de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, se han analizado 15 rodales en que la estructura propuesta es la de monte bajo irregular, en dos de ellas con Cryptocarya alba y en el resto en rodales con la participación de Peumus boldus.

5.3 Monte bajo adhesionado

Se trata de una estructura de cobertura muy baja dispuesta en una superficie de pastizal (dehesa) o de cultivo agrícola. Los ejemplares tienen forma de trasmucho es decir, corresponden a tocones altos, con el propósito de que los retoños que emerjan queden fuera del alcance del ganado (Ramos, 1979). En el fondo corresponden a drásticas podas en que después de la operación permanece sólo el fuste. Se denomina también monte bajo descabezado.

El sistema permite compatibilizar la producción del monte bajo y la ganadería, sin efectuar exclusión. Es interesante como alternativa en aquellos casos en que la pequeña superficie no permite efectuar una ordenación.

6. Monte medio

En los ecosistemas mediterráneos, el monte medio no corresponde habitualmente al monte medio clásico, por lo que es más adecuado denominarlo tallar con reservas. Ello se debe a las siguientes razones:

- a) Las reservas están en cantidad limitada. Es poco frecuente encontrar más de 25 ejemplares por hectárea.
- b) En la generalidad de los casos no hay correspondencia de edad entre ambos componentes de la estructura.

El estado actual de muchos sectores con bosque esclerófilo y bosques espinosos es el de monte medio, como consecuencia de cortas parciales realizada con el propósito de obtener leña y otros productos. En la Foto 29, apéndice se observa una situación de este tipo, en que los ejemplares de Acacia caven han rebrotado de tocón después de haber sido cortados para leña o carbón.

De las 75 estructuras analizadas en la cátedra de Silvicultura Aplicada ya mencionada, 32 presentaban inicialmente la forma de masa de monte medio.

En la Cuenca del Mediterráneo se plantean montes medios con reserva de Pinus halepensis u otro de la región, con un tallar de Quercus sp. La primera especie estaría destinada a la producción maderera, en tanto que la segunda cumpliría una función de mantención del suelo en buen estado.

En los ecosistemas mediterráneos áridos, semiáridos y subhúmedos se trata de obtener el máximo de diversidad de productos de una localidad debido a que cada producto considerado en forma individual, en muchos casos no justifica realizar un manejo.

En este sentido, la estructura de monte medio es bastante interesante en estos ambientes, a diferencia de lo que puede ocurrir en ecosistemas más húmedos.

Un ejemplo de lo anterior lo constituyen las formaciones de Jubaea chilensis ya analizadas. Junto con la especie y formando una estrata inferior, crecen especies que dan productos de valor, como es el caso de Quillaja saponaria y Peumus boldus. En forma complementaria a la estructura de monte alto irregular de palma ya descrita se puede considerar un tallar constituido por las especies nombradas con el propósito de agregar a los productos de la palma cortezas, hojas medicinales y combustibles.

El conjunto de lo anterior constituye un monte medio, en que la reserva tiene estructura irregular y el tallar, regular.

Si se considera que la ganadería forma parte del proceso productivo se tenderá a un monte alto abierto, en que no solamente la reserva tiene una baja cobertura, sino que también el tallar es discontinuo. El caso más extremo de esta estructura es el monte medio adherido en que los espacios dejados por el tallar y la reserva son ocupados por pastizales o cultivos agrícolas (Ramos, 1979).

La estructura anterior es una de las más características para integrar un sistema agrosilvopastoral. Este tipo de monte medio es el más extendido en España y una de las estructuras preferidas por los propietarios privados de dicha nación.

En el caso de Chile otro ejemplo de posibilidad de empleo del monte medio lo constituyen asociaciones de Beilschmiedia miersii y Peumus boldus, en que la primera especie puede constituir la reserva, de tipo regular o irregular para la producción de bellotas y la segunda, bajo la forma de monte bajo irregular para producir hojas. Si el ganado va a ingresar al sector a consumir directamente los frutos o el pasto disponible, el tallar debiera tener estructura regular, para poder efectuar las exclusiones correspondientes.

Otro ejemplo lo constituye la asociación de Quillaja saponaria, Acacia caven y otras especies que se indica en la Foto 29 apéndice.

La estructura general de lo mostrado en la foto es de tipo irregular, considerando la cantidad creciente de ejemplares de menor desarrollo, en este último caso, provenientes de tocón.

El Quillay, con estructura de monte alto estaría destinado a la producción de cortezas y los espacios abiertos con herbáceas, a la ganadería ovina o bovina. Si además interesa la producción de leña o carbón, integraría también la estructura un tallar preferentemente de espino. El conjunto constituiría un monte medio abierto, el cual habría que intervenir mediante cortas intermedias para simplificar un poco la estructura.

En caso de no ser interesante la producción de energía en el lugar, el tratamiento consistiría en una conversión para constituir un monte alto regular con dos estratos: quillay en el nivel superior y espino con eventuales especies acompañantes, en el nivel más bajo.

Otra situación en que puede ser interesante el monte medio abierto sería con Acacia caven constituyendo la reserva y el tallar. Los ejemplares de espino de la reserva producirían frutos y sombra para el ganado, además de influir favorablemente sobre la estrata herbácea. Los ejemplares del tallar producirían leña o carbón.

Situación similar a la anterior se presenta en la asociación Prosopis chilensis - Acacia caven. (Foto 30 apéndice).

En este caso, si la producción de energía es interesante, además de la producción ovina, la estructura más adecuada sería la de monte medio, en tanto que si la producción principal es la ganadera, conviene efectuar una conversión a monte alto regular biestratificado, como se muestra en la Foto 16 apéndice.

La estructura de matorral arborescente que se pueden encontrar en las formaciones de matorrales de la región mediterránea árida o en ciertas exposiciones más secas de la región mediterránea semiárida, presentan fisionomía de monte medio, en que el matorral constituye un piso bajo y la reserva está constituida por algunos ejemplares arbóreos muy dispersos. Como ejemplo de lo anterior se pueden mencionar las asociaciones de Bahia ambrosioides o Baccharis concava en el nivel inferior y Azara celastrina o Schinus latifolius en el superior. La mantención de esta estructura con fisionomía de monte medio con reserva muy abierta es de interés en terrenos pastorales en que los ejemplares arbóreos cumplen con la función de proporcionar sombra y protección contra el frío al ganado.

En este caso el nivel inferior no es un tallar de especies arbóreas sino una formación arbustiva, por lo que no corresponde a un verdadero monte medio. Por tal razón, se habla de una estructura "con fisionomía de monte medio".

Otro ejemplo de ello lo puede constituir la asociación de Adesmia microphylla en el piso bajo y Fuchsia lycioides, Schinus latifolius y Lithraea caustica en el nivel superior.

VI. TRATAMIENTOS INTERMEDIOS

Los tratamientos intermedios corresponden a las intervenciones al rodal que se efectúan durante aquella parte de la rotación no incluida en el período de regeneración; esto, en el caso de rodales de estructura regular. En los de estructura irregular los tratamientos intermedios se realizan, a nivel de la parcela, en forma simultánea con las cortas de regeneración.

Se ha preferido usar el término de tratamientos intermedios en lugar de cortas intermedias debido a que, si bien estas últimas constituyen las actividades más características del proceso de desarrollo del rodal, no son las únicas. En la silvicultura general se pueden mencionar las fertilizaciones, como caso más característico, en tanto que en la silvicultura mediterránea son la extracción de resina, el descorche y la extracción de corteza.

En el caso de la fertilización, el objetivo inmediato es de orden silvicultural, es decir, es una de las formas de dinamizar el sistema; en los otros, se trata de la obtención de algunos productos antes del término de la rotación y su efecto sobre el desarrollo del árbol puede ser negativo.

En los puntos que siguen se analizarán aquellos tratamientos más propios de la silvicultura mediterránea. En los otros casos sólo se harán comentarios generales.

1. Limpias y desbroces

Las limpias se realizan durante la primera etapa de desarrollo de una regeneración y es la única corta intermedia que puede aplicarse durante el período de regeneración. Consisten en extraer toda vegetación herbácea y leñosa, ajena a la regeneración que se está manejando que puede constituir un obstáculo para su desarrollo. Normalmente, lo que se extrae consiste en hierbas o arbustos que tengan una altura igual o superior a la regeneración. Cuando ésta ya ha pasado el nivel de dicha vegetación termina el período de las limpias.

En la silvicultura mediterránea este tipo de intervención es mucho menos frecuente que en la silvicultura de bosques templados más húmedos y principalmente, que en la silvicultura tropical.

No obstante, durante el primer período de desarrollo de una regeneración, sea natural o artificial, pueden ocurrir años lluviosos en que se produce un explosivo crecimiento de las hierbas, las cuales compiten drásticamente con el repoblado. Esta situación ocurrió recientemente, durante 1987, en las regiones mediterráneas áridas, semiáridas y subhúmedas en que repoblaciones artificiales se vieron afectadas por este problema.

En las regiones mediterráneas, el fuego constituye permanentemente un peligro para los bosques. Una de las maneras de prevenir es la supresión de arbustos y hierbas del sotobosque. Esta operación de desbroce se realiza tradicionalmente a mano. En la Cuenca del Mediterráneo se está empleando ganado caprino, el cual ha demostrado ser muy eficaz para mantener limpios los niveles inferiores del bosque mediterráneo. Estas acciones también se realizan para facilitar el acceso de personas que buscan recreación en los ambientes forestales.

El desbroce sistemático puede tener limitaciones y peligros. Por ejemplo se señala que el medio se puede deteriorar desde el punto de vista cualitativo, al destruirse ciertas especies anuales que no han completado su ciclo reproductivo y arbustos que no poseen la capacidad de regenerarse por tocón. Estas especies más delicadas pueden ser las más características de la fitocenosis, mientras que las más resistentes son a menudo las malezas o arbustos espinosos, los cuales son así favorecidos (Forêt Méditerranéenne II (1), 1980).

Observaciones realizadas al respecto en el Sur de Francia indican que la acción repetida de desbrozar el sotobosque interrumpe la dinámica progresiva con retroceso a un estado menos evolucionado anterior. Se produce una disminución progresiva de la biomasa y pérdida del aporte de materia orgánica; los bosques tratados dan tallares con sotobosque más pobre; los tallares tratados dan garrigas y las garrigas tratadas dan pastizales.

2. Cortas de liberación y cortas de mejoramiento

Estas intervenciones de aplicabilidad muy frecuente en los bosques nativos del Sur de Chile manejados por primera vez, no encuentran por el contrario muchas situaciones para su empleo en los bosques mediterráneos. Estas pueden presentarse en aquellos casos en que la regeneración requiere de tallares altos o árboles de otras especies como protección, pero de la cual con posterioridad deben emerger. Es el caso de Jubaea chilensis ya descrito. Pasado el período de formación del estípote habrá que investigar la conveniencia de efectuar una corta de liberación, en ese momento o una de mejoramiento, si la situación se presenta en estado de desarrollo más avanzado.

3. Cortas sanitarias y de salvamento

No tienen ninguna particularidad con respecto a la silvicultura de zonas más húmedas, pero si son necesarias en muchos casos. Como ejemplo se puede destacar el caso de Phoracantha semipunctata que afecta a Eucalyptus globulus y otras especies del género en las regiones mediterráneas.

4. Clareos y raleos

La necesidad de efectuar clareos en regeneración natural por semillas solamente se plantea en el caso del Pinus radiata donde se obtienen decenas de miles de ejemplares. En los bosques esclerófilos y espinosos no es usual obtener tal densidad de brinzales que más adelante deberán ser clareados.

En cambio, en la reproducción a partir de tocones, es una práctica habitual, tanto para el tratamiento de monte bajo como en la primera etapa de un proceso de conversión.

Lo mismo se puede señalar con respecto a los raleos, cortas intermedias que se realizan en etapas de desarrollo más avanzadas (sobre 10 cm de DAP promedio o más de 8 m de altura) y que requieren de una mayor planificación y supervisión profesional.

Ambos tratamientos constituyen la continuación del proceso de intervenciones después de obtener la regeneración y de efectuar las eventuales limpiezas. En los bosques que aún no han sido manejados con anterioridad, la ejecución de estos tratamientos pueden constituir las primeras intervenciones para el inicio de un manejo, en el caso de que la estructura actual así lo determine. Un ejemplo de lo anterior lo constituyen los raleos que se efectúan en la Cuenca del Mediterráneo como parte del esquema de establecimiento de una explotación silvopastoral, en conjunto con el desbroce.

En rodales de bosque esclerófilo o espinoso tratados como monte bajo, lo más probable es que solamente se realicen clareos, no alcanzándose a aplicar raleos, ya que son explotados cuando llegan a las

dimensiones requeridas para dicha operación. Distinta situación se plantea cuando se quieren convertir en monte alto. Es más frecuente la necesidad de raleos en tallares de Eucalyptus globulus en que, por su rápido desarrollo, aún en condiciones de rotaciones cortas alcanzan diámetros apreciables.

Un ejemplo de este tipo de intervención lo constituye el trabajo realizado por Weinstein (1986) en un tallar situado en el cordón montañoso de Mont Carmel, en Israel. El tallar estaba constituido por una asociación de Quercus calliprinos y Pistacia palaestina como dominantes. Además, se encontraban Phillyrea latifolia, Laurus nobilis, Arbutus andrachne, Crataegus aronia y Spartium junceum, constituyendo el conjunto una maquia de hasta 5 m de altura y cobertura de copas de hasta 100%.

Se realizaron diferentes intervenciones con el propósito de adecuar el matorral alto para un uso recreacional pasando de una formación cerrada a una más abierta. Dichas intervenciones consistieron en raleos del tallar (probablemente, por las dimensiones de los ejemplares sea más adecuado hablar de clareos) hasta llegar a un retoño por tocón, seguido por una poda de los remanentes hasta un tercio de su altura. Además, se eliminó mediante desbroce, la vegetación del estrato inferior.

Entre las conclusiones entregadas por Weinstein (1986) se indica que la composición florística bajo el tallar denso refleja fielmente la influencia humana. El raleo y la poda cambian el equilibrio dinámico aumentando el porcentaje de terófitas y disminuyendo el de criptófitas y fanerófitas. Además, la abertura del dosel permite la invasión de especies típicas de zonas habitadas y cultivadas. Las plantas anuales son las invasoras que tienen más éxito.

El manejo del tallar para la recreación requiere que los nuevos retoños que emerjan sean suprimidos al menos durante cinco años luego del raleo y poda iniciales. Esta mantención se puede realizar con pastoreo controlado de caprinos, lo cual baja el costo de operaciones manuales. El pastoreo controlado aparece así como parte integrante del manejo de este tipo de matorral alto denso con fines recreacionales. Este control mediante pastoreo debe ser mantenido al menos hasta que se cierren las copas de los árboles (Weinstein, 1986).

En la parte Norte de la zona costera de la región mediterránea subhúmeda de Chile, De Pablo (1986) realizó un estudio en un tallar de Eucalyptus globulus con el propósito de analizar la respuesta de diferentes tipos de raleos en términos de variables cualitativas y cuantitativas de los rodales y de producción de leña y esencias.

El trabajo se realizó en un rodal de cinco años, en tercera rotación y se efectuaron tres tratamientos: raleo por lo alto y raleo por lo bajo, ambos con intensidad de 30% del número de fustes. El tercero fue el testigo.

Algunas de las conclusiones del estudio obtenidas cuatro años después fueron:

- a) La densidad básica de la madera fue mayor en el raleo por lo alto, con 0,597 gr/cc.
- b) El área basal ideal ocurrió al dejar 9,9 m²/ha en el tratamiento de raleo por lo bajo. El área basal crítica se encontró al dejar 7,2 m²/ha o menos en el raleo por lo alto.
- c) La producción actual en volumen es mayor en los tratamientos testigo y raleo por lo bajo con 211,8 y 208,9 m³/ha promedio respectivamente.
- d) La producción total en volumen, incluido lo obtenido en el raleo, fue mayor en los tratameintos de raleo por lo bajo y testigo, con 221,1 y 211,8 m³/ha respectivamente.
- e) La máxima producción de aceites esenciales se logró en el tratamiento testigo, con 152,4 kg/ha, superando al raleo por lo bajo y alto en 9,8 y 41,5 kg/ha respectivamente (De Pablo, 1986).

De acuerdo con lo anterior, para producción de leña se recomienda raleo por lo bajo, mientras que, si el objetivo principal es producir aceites esenciales, no se recomienda realizar raleos.

5. Podas

Entre las cortas intermedias que se realizan en los bosqu - mediterráneos las podas son, sin duda, las intervenciones que mejor caracterizan a la silvicultura de estas regiones en relación a los bosques de regiones húmedas. En estos casos, las podas consisten en corta de ramas de la parte inferior del fuste con el fin principal de obtener madera libre de nudos, además de otros objetivos (Vita, 1978). El caso más frecuente es el de coníferas como Pinus radiata, especie que también se encuentra en la parte costera de las regiones típicamente mediterráneas.

En estas regiones, las podas tienen generalmente otros propósitos, como es mejorar la obtención de frutos o corteza, productos característicos de la silvicultura mediterránea. Ello plantea la necesidad de realizar otro tipo de poda que se asemeja un poco a la que se realiza en fruticultura y en árboles ornamentales. En los bosques templados húmedos este tipo de intervención es menos frecuente, pudiéndose citar el caso en Chile de Gevuina avellana.

De acuerdo con Ramos (1979) la poda "consiste en la eliminación de ramas determinadas de un ejemplar con el fin de que las demás reciban más luz o para dar al vegetal una forma prefijada diferente de su porte natural".

5.1 Tipos de poda

5.1.1 Según la etapa en que se realizan

a) Poda de formación

Este tipo de poda se realiza con el propósito de dar al árbol una forma adecuada de acuerdo con los objetivos de producción. Se debe efectuar cuando el ejemplar sea lo más joven posible con el fin de que las heridas sean más pequeñas, desfigurar menos el árbol, facilitar la corrección de defectos, disminuir la retoñación basal y disminuir las posibilidades de infección.

b) Podas de mantención

Se realizan para mantener la forma y condición de las ramas producidas en la poda de formación.

c) Poda de recuperación

Se denomina también poda de renovación o rejuvenecimiento. Este tipo de podas se realiza generalmente en árboles viejos que no han sido sometidos a las otras podas con anterioridad.

5.1.2 Según la forma de cortar las ramas

a) Poda de rebaje

Consiste en cortar parte de una rama que se desea conservar y vigorizar, disminuyendo su longitud como mínimo a dos tercios y como máximo a un tercio de su longitud original.

b) Poda de raleo

Consiste en la eliminación total de una rama, para lo cual, el corte deberá efectuarse lo más cerca posible del tronco o de la rama mayor conservada y a la cual estaba inserta.

En relación a la forma de cortar las ramas, las características de un árbol mal podado son las siguientes:

- Base de ramas muy juntas entre sí. Este defecto se debe a la ejecución de podas de rebaje muy intensas (dejando menos de un tercio de su longitud original) y de efectuar exclusivamente poda de rebaje sin combinar con poda de raleo.
- Gran densidad de ramas. Este defecto es consecuencia de no realizar podas de raleo.

5.2 Ejemplos de aplicación de podas

Los mejores ejemplos de podas en bosques mediterráneos corresponden a los alcornocales de la Cuenca del Mediterráneo. Los objetivos de las podas en Quercus suber son el dar forma adecuada al árbol para la mejor cosecha de corcho o de bellotas.

Según Montoya (1980) las podas deben iniciarse cuando los ejemplares tengan un diámetro a 1,30 m del suelo de 15 cm. Antes es difícil prever el desarrollo futuro de los árboles a causa de su ramificación simpódica. Además, la poda temprana dejaría a los arbolillos más expuestos a quebraduras producidas por el rascado del ganado contra los fustes limpios.

Para objetivos de producción de corcho, en esta primera poda se limpia de ramas el primer metro y medio del fuste. Antes de efectuar los futuros descortezamientos las heridas de la poda deberán estar cicatrizadas (Montoya, 1980).

Otros objetivos de las podas en alcornocales son la obtención de leña y ramas tiernas con follaje para el ramoneo del ganado.

5.2.1 Descripción de los tipos de poda en alcornoque

a) Podas de formación

a1) Para la extracción de corcho se debe obtener un fuste pelable limpio, lo más largo posible (3-4 m de altura), coronado por tres, máximo cuatro, ramas principales bien divergentes y uniformemente inclinadas en relación al tronco y limpias de ramillas en su superficie futura de descorche. Esta superficie no debe ser inferior a 1,5 m y se trata de lograr que las ramas den corcho fácil de arrancar (Montoya, 1980; Ramos, 1979).

a2) Para la producción de bellotas se trata de incrementar la producción de frutos procurando que la savia se acumule en un bajo número de ramas y que éstas reciban mayor iluminación, logrando así dicho incremento y una mejor calidad de fruto. Otro objetivo de la poda es facilitar la recolección o las caídas de los frutos mediante golpes de vara en relación a ejemplares con su porte natural en que las bellotas se distribuyen por toda la copa (Ramos, 1979).

A través de sucesivas podas de formación se procurará que el tronco se ramifique a los 3-4 m en ramas principales dispuestas lo más regularmente posible alrededor del tronco (Ramos, 1979).

La copa se organiza de tal manera que no tenga mucha altura, sea extendida y de forma aplanada. Para ello se cortan las ramas que tengan más de 8-9 m de longitud y las demasiado verticales (Montoya, 1987).

b) Podas de mantenimiento

Están destinadas a incrementar o al menos, mantener la producción de frutos. En estas podas se eliminan las ramas interiores no fructíferas del árbol por su condición de dominadas. Además, se eliminan las ramas que se dirigen hacia el interior y se realizan las correcciones de forma que se consideren necesarias (Montoya, 1987).

Es importante también cortar parte de las ramas exteriores con el fin de mejorar la iluminación de la copa y disminuir la relación sistema aéreo/sistema radicular. A medida que la edad del árbol aumenta, su progresivo envejecimiento hace que el sistema radicular, pese a sobrepasar hasta 2,5 veces la proyección vertical de la copa, sea cada vez menos eficaz para obtener y facilitar a la parte aérea los nutrientes necesarios para una buena fructificación (Montoya, 1980).

Para corregir lo anterior se ejecutan podas cada vez más intensas a medida que el árbol envejece, con el fin de mantener en todo momento la relación sistema aéreo/sistema radical en un punto favorable (Montoya, 1980).

c) Podas de rejuvenecimiento

Cuando es necesario que las podas anteriores sean muy severas, se denominan podas de rejuvenecimiento, por la apariencia que provocan en la parte aérea del árbol. Solamente se aplican para producir bellota y en ejemplares que han perdido la capacidad de producir corcho. (Montoya, 1980).

5.2.2 Realización de las podas

La calidad en la ejecución de una poda se evalúa a través de la correcta cicatrización de las heridas causadas durante la misma. La cicatrización de una herida es correcta cuando el cierre total de la misma se produce antes de que ataquen los hongos o insectos sobre los tejidos puestos al descubierto. Según Montoya 1(1980), la velocidad de cicatrización de una herida de poda depende fundamentalmente de:

a) La velocidad del crecimiento diamétrico en el punto en el que está situada la herida. Por lo tanto, se producirá una mala cicatrización en:

- áreas de baja calidad de sitio;
- masas muy densas;
- árboles excesivamente podados;
- árboles viejos o enfermos;
- árboles excesivamente descortezados o recién descortezados;
- árboles dominados por otros.

Todo lo anterior hace necesario combinar las podas con raleos y otros tipos de cortas intermedias.

- b) El tipo de rama cortada. Es más rápida la cicatrización de las ramas cortadas cuando su base está todavía viva que la de las ramas cuya base está muerta. La razón es que en el primer caso es el cambio vivo de la rama el que genera la cicatrización mientras que en el segundo caso es el cambio del tronco el que debe sumergir la parte seca. Por otro lado, en el primer caso, al estar la herida en las partes vivas del árbol, se estimula la actividad de las hormonas reguladoras del crecimiento, con lo que se acelera la cicatrización. En todo caso, la corta de ramas secas no promueve fácilmente el ataque de hongos e insectos (Montoya, 1980).
- c) La herida de poda causada. Para obtener una buena cicatrización los cortes deben tener las siguientes características.
- Deben hacerse lo más cerca de la corteza para producir un muñón lo más corto posible, siendo indiferente el que se realicen con hacha o con motosierra.
 - Si las ramas son gruesas debe realizarse previamente un corte de caída en la parte superior de la rama y cortar de abajo hacia arriba para evitar posibles desgarros.
 - Deben realizarse en el período de paro vegetativo invernal, para que la adherencia del cambio al leño sea elevada y no se separen durante la realización del corte. Estos daños ocurren principalmente en el momento de la salida del hacha durante el corte. Con la motosierra hay menores daños.
 - Tienen que ser lisos, si es posible inclinados y sin desgarros, para que el agua escurra y no se formen pudriciones (Montoya, 1980).

De acuerdo con Montoya (1980) el tiempo requerido para una correcta cicatrización es independiente del diámetro de la rama, pues la formación de hormonas de cicatrización y el aporte de nutrientes elaborados es mayor en ramas gruesas que en las delgadas, lo que compensa bastante el mayor tamaño de la herida causada. Sin embargo, este autor señala que debe evitarse la poda de ramas de más de 15 cm de diámetro, pues estos cortes dan generalmente origen a nuevos brotes basales, además que es muy fácil producir desgarros. Señala, además, que la poda debe realizarse una sola vez en cada ciclo de descorche y en uno de los tres años centrales del mismo, pasada la crisis del anterior descorche. Se debe señalar que el ciclo de descorche es de nueve años.

Montoya (1980) y Ramos (1979) coinciden en señalar que las podas de formación y de mantenimiento no deben eliminar más del 25-30% del follaje inicial del árbol para evitar la aparición de brotes basales y la reducción del crecimiento del árbol.

5.3 Posibilidades de empleo de la poda en Chile

Las podas destinadas a mejorar la producción frutal pueden tener interés en el caso de leguminosas como Prosopis spp. y Acacia caven, entre las especies nativas. Además, se puede mencionar Beilschmiedia miersii.

En las especies en que las ramas jóvenes y hojas constituyen forraje, como es el caso de Maytenus boaria y Acacia saligna, además de las ya nombradas, las podas pueden constituir una herramienta para la extracción de reservas de alimento para años críticos. Uno de los ejemplares más extremos al respecto es el de Acacia caven en el interior de la IV Región, en que en años secos se efectúan drásticas podas, eliminando todas las ramas de los árboles para darlas como alimento a las cabras y dejando las más gruesas para combustible. Este tipo de poda deja el ejemplar convertido en un verdadero trasmocho o árbol descabezado, pero luego se recupera satisfactoriamente. En los planes de manejo de estas regiones se debiera contemplar el dejar sectores con árboles de reserva alimenticia para años críticos.

Otra posibilidad de poda es en manejo silvopastoral, en que la altura y amplitud de la copa puede afectar la producción de la estrata herbácea. Según Montoya (1980) las podas que tienden a bajar y aplanar excesivamente las copas de los alcornos producen una sombra excesivamente intensa y permanente bajo las copas lo que perjudica notablemente la producción forrajera herbácea.

Este es un aspecto que debe ser investigado en las diferentes especies de los bosques esclerófilos y espinosos.

Finalmente, cabe señalar las podas que se emplean en arbustos, principalmente forrajeras, de los cuales se hará referencia más adelante.

6. Tratamientos para la obtención de productos intermedios

En este caso se incluyen los métodos para la obtención de algunos productos característicos de los bosques mediterráneos como son la resina y cortezas. Respecto a esta última el ejemplo más clásico es el del corcho que se obtiene de Quercus suber.

En relación al tema Montoya (1986) indica que un árbol puede ser puesto en producción lo más temprano posible, siempre que pueda resistir la competencia de los ejemplares próximos mayores. Como límite inferior señala que el diámetro a 1,30 m de altura debe ser 20-25 cm.

Luego de la extracción del corcho por primera vez, el corcho de reproducción que se produce en adelante es de mejor calidad. Por otro lado, se aumenta notablemente la producción de materia corchosa total a lo largo de la vida del árbol (Montoya, 1980).

Este autor señala que el descorche tiene los siguientes efectos negativos:

- a) Pone en peligro la vida del árbol
- b) Reduce el crecimiento diamétrico del árbol
- c) Lo hace más sensible al fuego y a los ataques de plagas y enfermedades

Respecto a la época de descorche, Montoya (1980) indica que en el período de descorche deben reunirse dos condiciones fundamentales:

- a) La actividad vegetativa, con la presencia de capas de células nuevas y blandas que faciliten el arranque del corcho.
- b) Una savia densa de desecación difícil, que frene el proceso de desecación de la capa madre, proceso que sería muy violento en caso de hacerse el descorche con savia de primavera.

Para las condiciones de España, Montoya (1980) señala que ambos requerimientos coinciden en el período estival. No obstante, considerando que entre el descorche y el invierno el árbol debe prepararse una delgada capa protectora de corcho que le aisle del frío, es preferible desbornizar a principios de verano.

Debe suspenderse el descorche cuando soplan vientos desecantes, ya que se puede producir la muerte de la capa madre; lo mismo en días de lluvia, por ataque de hongos. Tampoco debe desbornizarse el año en que el alcornoque ha sufrido un incendio o un ataque de insectos. El ciclo de descorche es de nueve años (Montoya, 1980).

En Chile, la principal especie productora de corteza es Quillaja saponaria. El método que se ha empleado hasta el momento para extraer la corteza ha sido cortar previamente el ejemplar.

Neuenschwander (1965) analizó las posibilidades de descortezar en pie los árboles de quillay. El estudio se realizó en la Quebrada de la Plata, al Oriente de Santiago, donde se tomaron 84 ejemplares con diámetros a 1,30 m de altura que variaron entre 8,4 y 80,0 cm. Aproximadamente la mitad de los ejemplares provenían de tocón.

Como conclusión de su estudio, Neuenschwander (1965) recomendó experimentar la aplicación del siguiente método de extracción de corteza:

- a) Extraer la corteza hasta el floema activo en troncos y ramas, sin voltear el árbol, en cuartos de circunferencia del eje, cada 3 años hasta completarla toda al cabo de 12 años.
- b) A los 3 años de completar la circunferencia del eje, es decir, a los 15 años de comenzar la explotación, descortezar el cuarto de circunferencia regenerada y proseguir la explotación cada 3 años según el mismo método.

7. Otros tratamientos intermedios

La fertilización es un tratamiento intermedio que ha ido adquiriendo cada vez mayor importancia en los últimos veinte años particularmente en las plantaciones de uso intensivo. En la silvicultura mediterránea prácticamente no existen referencias al respecto.

En el caso de Chile, la fertilización se emplea en algunas plantaciones de Pinus radiata deficitarias en boro ubicadas en las regiones mediterráneas subhúmedas y húmedas y en el control de dunas. A nivel de bosques esclerófilos y espinosos prácticamente no se han realizado estudios. No obstante, en plantaciones con arbustos forrajeros en la región mediterránea árida se han hecho ensayos, a los cuales se hará referencia en el capítulo correspondiente a arbustos.

El tratamiento al suelo constituye otra posibilidad de intervención a mejorar las condiciones de producción, particularmente en ecosistemas mediterráneos, donde los suelos tienen mayor tendencia a compactarse y las relaciones hídricas adquieren mayor relevancia en el desarrollo de la vegetación.

Montoya (1980) estima que, aunque no hay experiencias al respecto, las labores al suelo aumentan la producción de bellotas en los alcornocales.

En este sentido pueden tener especial interés los sistemas agroforestales en que el arbolado puede verse favorecido por las abonaduras y labranzas al suelo mientras que el cultivo agrícola queda protegido por éste.

VII. TRATAMIENTOS TRANSITORIOS

Con anterioridad se señaló que al inicio del manejo de los ecosistemas mediterráneos lo más probable es que sea necesario efectuar una silvicultura de transición para pasar del estado actual desordenado del recurso a uno más homogéneo. Dicha silvicultura de transición se puede llevar a cabo mediante cualquiera de los tratamientos de regeneración o de cortas intermedias ya analizados. Al término de la fase transitoria se elaboran nuevos planes de manejo, esta vez de carácter más permanente mediante los tratamientos ya analizados.

Independientemente de lo anterior, existen tratamientos silviculturales que son exclusivos de la fase transitoria. Dichos tratamientos son la conversión, la transformación y el enriquecimiento (Vita, 1978).

A continuación se hará un breve análisis sobre los alcances de los referidos tratamientos en la silvicultura mediterránea.

1. Conversión

La conversión es un cambio de método de beneficio, siendo el caso más frecuente el paso desde monte bajo o monte medio a monte alto.

Se debe recordar que el estado actual de la vegetación leñosa mediterránea más frecuente corresponde al matorral, parte de los cuales están constituidos por tallares de especies esclerófilas o espinosas. En algunos casos se trata de tallares simples; en otras de tallar con reservas.

De los 75 rodales esclerófilos o espinosos analizados en la cátedra de Silvicultura Aplicada, Escuela de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, en 61 de ellos la estructura original era la de monte bajo o monte medio. En muchos de ellos se planteó la conveniencia de efectuar una conversión. Esta alternativa se emplea cuando la obtención de productos menores tales como combustible, hojas, taninos, esencias, etc. es secundaria frente a usos tales como producción de frutos, cortezas, madera de dimensiones grandes, recreación, pastoreo y donde la protección contra incendios adquiere especial relevancia. Morandini (1981) propone efectuar conversión en tallares de Quercus ilex mediante el siguiente programa. Las primeras intervenciones se efectuarán en tallares ya envejecidos, con edades superiores a 25-30 años, dejando 2.000 retoños por hectárea, al menos dos por tocón. Se eliminarán los retoños en mal estado y los de especies secundarias. En el plazo de dos a tres años se tendrá una cobertura de copas densas y continuas, lo suficientemente alejados del suelo como para no ser alcanzada por los continuos incendios. Luego, a través de una serie de raleos, con ciclo estimado de diez años, se reducirá la intensidad de retoños progresivamente hasta llegar a 250-350 ejemplares por hectárea. Además, se deberán efectuar podas para asegurar la separación bien neta entre las cimas y el estado inferior arbustivo.

Se llegará así a un fustal sobre tocón, que hacia los 80 años, será sometido a regeneración mediante el método de las cortas sucesivas.

Blanchemain y Montgoflier (1983) plantean también la conversión de Quercus ilex señalando que se están realizando estudios al respecto en el Norte de Italia (d'Arezzo) y en Francia (Aix-en-Provence) y que a la espera de resultados más precisos se deben recomendar raleos muy moderados. La base de planteamiento es que naturalmente, la competencia entre retoños y su reducción espontánea es muy lenta. Es necesario estudiar hasta qué punto dicha reducción en el número de retoños puede ser acelerada con raleos.

Estos autores señalan que un raleo muy fuerte provoca la aparición de nuevos brotes de tocón. Además, puede inducir la aparición de ramas epicórmicas sobre el tronco de los árboles conservados. Señalan, además, que el raleo no debe desequilibrar el tocón, para lo cual se deberá dejar a lo menos un retoño por cada sector de éste.

Otro ejemplo de un plan de conversión lo constituye el propuesto por Stamou (1981) para los bosques de Quercus, principalmente Q. conferta en Grecia. En este país las formaciones de Quercus ocupan 735.335 ha, lo que significa un 30% del total de la superficie con vegetación forestal. De ellas 558.640 ha corresponden a un tallar simple.

Hasta 1950 fueron explotados en cortas rotaciones -10,15 o 20 años- sin un plan de manejo determinado sino más bien en función de las exigencias de las poblaciones vecinas. En épocas de crisis (1940-1949) la población montañesa encontraba en ellos una fuente de supervivencia, principalmente a través del combustible, constituyendo una importante causa, en conjunto con el pastoreo caprino, de la situación actual del tallar de Quercus. En la actualidad dichos talleres producen solamente combustible.

De acuerdo a la productividad de los sitios se distinguen seis clases de fertilidad. El crecimiento de Q. conferta en la clase I es de 7 m³/ha/año, mientras que en la VI es de 1,4 m³/ha/año.

Stamou (1981) propone cambiar en todos los casos a monte alto, mediante conversión en los sitios más productivos y transformación en los menos fértiles, con el fin de producir madera aserrada.

La conversión se propone para las clases I, II y III y la rotación prevista para el futuro monte alto es de 140 años.

Para el proceso de conversión se plantean dos alternativas:

- a) Tala rasa inmediata del tallar, a causa de su mala calidad actual. La nueva población se trata como si fuera un fustal. Se efectúan dos clareos, a los 20 y 25 años respectivamente; luego dos raleos, uno a los 30 y otro a los 35 años, para continuar con raleos moderados cada cinco años hasta llegar a los 85 años. En ese momento, se efectúa la corta semillera, extrayendo el 50% del volumen en pie. La corta definitiva se hace a los 90 años.
- b) Dejar envejecer el tallar hasta el término de su rotación (20 años) y explotar. Luego se procede según lo indicado en la alternativa a).

De acuerdo con Stamou (1981) la conversión tiene la ventaja de aumentar la producción neta durante el desarrollo del proceso y al término de él.

En el caso de Chile la conversión puede ser una alternativa en todas aquellas situaciones señaladas con anterioridad en que la producción de combustible u otros productos menores es secundaria frente a los otros usos. En los montes altos estos productos menores pueden obtenerse a través de las cortas intermedias, aunque en cantidad inferiores a las de un monte bajo. Es de particular interés en los bosques esclerófilos costeros; en que se pueden obtener estructuras densas, con las especies Cryptocarya alba y Beilschmiedia miersii

entre otras, como asimismo en las formaciones de Cryptocarya alba en fondos de quebradas, piedmontes y laderas de exposición Sur, en que el estado actual es de monte bajo o monte medio. Corresponden a situaciones en que en el futuro son susceptibles de ser tratadas mediante las cortas sucesivas, como sistema permanente.

No obstante, en los casos en que la estructura futura sea la de monte abierto o estepario, particularmente con fines silvopastorales, también la conversión es una alternativa, si el estado actual es de monte bajo. Esta situación se presenta habitualmente con Quillaja saponaria y Acacia caven, entre otras especies.

La etapa final de un proceso de conversión es la regeneración por semilla de los tallares envejecidos. Sin embargo, se debe tener presente que la regeneración natural por semillas no siempre es fácil obtenerla, especialmente en los casos de especies de semilla dispersada por el viento. Por tal motivo, deberá preverse siempre un cierto porcentaje de regeneración vegetativa como complemento de la anterior.

2. Transformación

Al igual que la conversión, la transformación corresponde a un cambio de método de beneficio, pero en este caso, además, se cambia la especie, lo que implica el empleo de métodos artificiales de repoblación. Desde el punto de vista exclusivamente silvicultural, la transformación se realiza cuando en el tallar o monte medio no existen en la actualidad individuos de especies valiosas o bien, en caso de existir, la baja productividad del sitio aconseja usar una especie que se adapte mejor y sea más productiva bajo dichas condiciones. En la mayoría de los casos las especies que se usan para la transformación corresponden a los géneros Pinus, Eucalyptus y Acacia, entre las arbóreas y Atriplex entre las nanofanerófitas.

En Chile se han empleado principalmente Pinus radiata y Eucalyptus globulus, en la parte costera de las regiones mediterráneas semiáridas y subhúmeda; E. camaldulensis, en el secano interior de dichas regiones; Acacia saligna, Atriplex nummularia, Atriplex repanda, Eucalyptus oleosa, E. viridis y otros provenientes del mallée, en la zona costera e interior de la región mediterránea árida.

En el ejemplo dado con respecto a la conversión de Quercus en Grecia (Stamou, 1981), se plantea además la transformación para las clases de sitio IV a VI mediante la introducción de Pinus nigra.

Para la clase de sitio IV, se propone una mezcla con Quercus en proporción 7:3, es decir, una transformación con tala rasa parcial (Vita, 1978). Para las otras dos clases de sitios menos productivas, se propone la tala rasa total. La rotación prevista para la conífera es de 70 años.

En ambos casos, se plantean dos estrategias alternativas:

- a) Tala rasa inmediata del tallar y plantación del pino.
- b) Dejar envejecer el tallar hasta el término de su rotación, explotarlo y luego plantar el pino.

De acuerdo con Stamou (1981) desde el punto de vista de protección, el tallar simple es muy inferior a los métodos de conversión y transformación descritos. Para los sitios de clase I, II y III, la alternativa b) de conversión es la que produce la mayor cantidad de madera comercial, mientras que para los sitios de clase IV, V y VI es el tratamiento de transformación en su alternativa a).

Tanto las alternativas de conversión como las de transformación, en el ejemplo descrito, están destinadas a producir principalmente madera aserrada y no combustible.

Desde el punto de vista del tiempo necesario para obtener el retorno de la inversión inicial, el tallar es el método más favorable, pero los criterios de conversión y transformación son más ventajosos que el tallar en términos de retorno futuro. El problema es el sacrificio económico que deben soportar los particulares o el estado durante los primeros años del proceso. Este es un problema que inevitablemente va a estar presente en toda fase transitoria y corresponde al costo de la no aplicación de los principios silviculturales en el aprovechamiento de los bosques y matorrales mediterráneos en el pasado.

3. Enriquecimiento

Enriquecimiento es toda operación que tienda a mejorar la composición de un bosque o matorral mediante la introducción de un cierto porcentaje previamente determinado de ejemplares pertenecientes o no a las especies que actualmente conforman el rodal. A diferencia de los métodos anteriores, el enriquecimiento no persigue un cambio total en la estructura o composición del rodal actual, sino más bien corresponde a una actividad de tipo parcial que, en términos de superficie rara vez afecta a más del 30% de ella en términos de futura cobertura de copas. Al cabo del cumplimiento de la primera rotación puede pensarse en aumentar aún más la participación de la especie introducida mediante la regeneración natural.

En enriquecimiento se efectúa mediante la plantación o siembra directa de ejemplares de especies valiosas bajo la forma de líneas o fajas paralelas o en dos sentidos perpendiculares entre si, o bien, bajo la forma de pequeños bosquetes. Cualquiera de dichos sistemas se pueden aplicar en claros o bajo protección, siendo la primera posibilidad la más frecuente en ecosistemas mediterráneos.

En enriquecimiento se emplea en bosques o matorrales empobrecidos, sin especies de valor que puedan servir de base para la regeneración natural o bien donde ésta no es suficiente. En este caso, el empobrecimiento corresponde a un apoyo de la regeneración natural por semillas que, como ya se señaló anteriormente en muchas especies es

difícil lograrla en los ambientes mediterráneos. Otra situación es cuando de la especie valiosa solamente existen retoños de tocón y no hay otra posibilidad de aumentar su cobertura que la repoblación artificial.

Como ejemplo de actividad de enriquecimiento se puede señalar el sistema de regeneración usado por el ICONA para reconstruir los bosques de Quercus ilex (Carrera, de Simón, Fisac; 1982). El sistema se está usando en varios lugares, especialmente en Sierra Nevada, provincia de Almería, SE de España, en un área con clima mediterráneo subhúmedo.

El ambiente consiste en una vegetación tipo matorral de Q. ilex, constituida por manchas discontinuas con algunos brotes jóvenes. El suelo está muy erosionado especialmente en áreas sin cubierta arbustiva.

En el pasado la vegetación ha sido cortada muchas veces para leña y carbón. La última corta fue 30 años antes del inicio de estos tratamientos. Además, ha soportado continuo ramoneo de cabras, que han comido los brotes anuales.

El método consiste en una combinación de cortas intermedias, regeneración natural por retoños de tocón y forestación lineal, correspondiendo esta última al concepto de enriquecimiento, en este ejemplo.

Se seleccionan jóvenes retoños, los cuales son podados y se clarean los circundantes y se limpian los arbustos en las cercanías. Se abren fajas alternas en curvas de nivel, mediante maquinarias o a mano, según sea la pendiente y la densidad del matorral. El sistema manual presenta la ventaja de no alterar el suelo. En este sistema se emplean desbrozadora con motor o herramientas manuales. En las fajas se procura estimular la retoñación de los tocones de Q. ilex. esto es más factible cuando el roce se efectúa a mano, de allí la preferencia de este método.

En las fajas abiertas la regeneración se complementa como siembra directa de bellotas y plantación con ejemplares en maceta.

Con este sistema se obtiene una cierta diversidad de edades lo que garantiza la persistencia del ecosistema climácico. En las áreas con poca pendiente la meta es la obtención de un bosque claro, tipo dehesa, para permitir el pastoreo (Carrera, de Simón, Fisac; 1982).

Otro ejemplo lo constituyen los trabajos que se están realizando en las zonas montañosas de Israel con propósitos de uso múltiple silvopastoral recreacional y que al mismo tiempo tengan mayor estabilidad frente a los incendios (Naveh, 1982 y Naveh, 1983).

El método preconizado por este autor y puesto en práctica con éxito en lugares como el bosque de Goren (Galilea occidental), corresponde a una alternativa de uso múltiple para la satisfacción de diversas necesidades de la población.

Las partes altas de Israel, están cubiertas por matorrales y bosques de poco valor económico en vías de degradación. La única solución eficaz para recuperar las tierras altas abandonadas había sido la plantación de bosques densos de pinos, monoespecíficos. La presión creciente de los veraneantes y de los habitantes de las áreas urbanas por recreación en áreas verdes ha significado grandes esfuerzos para el servicio forestal en manejar los pinares en función de los veraneantes y de la producción maderera, la cual es muy baja, ya que se trata de suelos en general rocosos. Su valor socioeconómico en términos de recreación ha disminuído debido a los grandes riesgos de incendios y del elevado costo de prevención y lucha contra ellos. Además, las plantaciones más antiguas muestran signos de declinación, mientras que las plantaciones más jóvenes están amenazadas por el smog producido por el tráfico motorizado de la región costera, cada vez más poblada.

El método de Naveh (1982 y 1983) implica una combinación de conversión, transformación y enriquecimiento del matorral denso. El sistema consiste en la ejecución de raleos del tallar de especies valiosas (Quercus spp.) para su conversión a monte alto, podas para separar las copas del suelo, la sustitución de arbustos de poco valor por otros de mayor valor y la plantación en claros. La nueva regeneración de tallar se impide eficazmente mediante el pastoreo con cabras. Se trata de constituir una estructura de bosque parque seminatural, multiestratificado, similar en estructura y estabilidad a la maquia semiabierta, pero de mayor valor económico y recreacional.

Para las zonas más secas y rocosas las especies que tienen buen prendimiento y protegen bien el suelo son las siguientes: Rosmarinus officinalis, especie ornamental y productora de esencia, muy adecuada para zonas actualmente cubiertas por arbustos bajos muy inflamables y sin valor ornamental ni forrajero. Especies de mayor desarrollo, aunque de crecimiento más lento, tales como Cottoneaster francheti y Atriplex nummularia, son de buen valor ornamental y mejor valor forrajero.

Para las zonas más favorables, Naveh (1982 y 1983) recomienda árboles ornamentales y forrajeros, de crecimiento lento, pero longevos y que dan buena sombra, como por ejemplo Ceratonia siliqua, Pistacia spp. y Acacia spp. Estas especies tienen gran importancia en la reconstitución del bosque mediterráneo de varios estratos, abierto, con fisionomía de un parque.

Muchos de los costos de estas labores han sido cubiertos mediante la producción de madera y carbón y por el aumento de la capacidad ganadera de menos de 1 cabra/ha a más de 3 cabras/ha. Además, el manejo ha permitido aumentar la riqueza florística de menos de 30 especies leñosas en el matorral inicial a más de 70, incluyendo pastos perennes y geófitas ornamentales, junto a los buenos logros paisajísticos y ornamentales alcanzados (Naveh, 1982 y 1983).

En Chile existe un proyecto del mismo tipo, aunque, sólo está enfocado hacia el desarrollo recreacional. Se trata de la tesis realizada por los ingenieros forestales Ahumada y Serrano (1987) en el cordón de cerros que rodea la comuna de Conchalí, al NE de Santiago. En ella se plantean diferentes intervenciones para la conversión de tallares de especies esclerófilas y espinosas y el enriquecimiento de los sectores desprovistos de vegetación, para lo cual se da una lista de especies susceptibles de ser empleadas, su ubicación y las cantidades de ejemplares necesarios.

VIII. TRATAMIENTOS DE FORMACIONES ARBUSTIVAS

1. Importancia de los arbustos

En las zonas áridas y semiáridas en general ha existido una gran cantidad de conocimiento referente a la vegetación herbácea en contraste con lo que ocurre con los arbustos (Mc Kell, Blaisdell, Goodin, 1972). En las zonas áridas con precipitaciones en verano o con repartición más homogénea a través del año se desarrolla una vegetación herbácea perenne que constituye la base para un desarrollo ganadero. Como ejemplo de lo anterior, se pueden mencionar, entre otros, el caso de Arizona, desiertos del NE de México, parte Norte del desierto Australiano, Patagonia Argentina y parte Oriental de la región de Aysén, en Chile. En estos casos, la vegetación leñosa se considera en forma secundaria e incluso, en algunos casos, como ocurre con *Prosopis* spp. en los desiertos del SO de Estados Unidos, como maleza que se debe extraer.

Distinta es la situación en las zonas áridas de tipo mediterráneo, en que los arbustos adquieren especial importancia estratégica frente a la vegetación herbácea durante los meses secos.

El uso más frecuente de las formaciones arbustivas a nivel mundial es el alimento para el ganado y la vida silvestre. Muchas especies de arbustos permiten mantener en pie la fitomasa foliar durante los períodos desfavorables del año, especialmente durante el período estival y comienzos de invierno, cuando la disponibilidad de forraje proveniente de las especies herbáceas es muy limitada (Olivares y Gastó, 1981). Los arbustos mantienen forraje almacenado en pie y de este modo, reducen el efecto de la variabilidad anual de las precipitaciones en la disponibilidad de forraje, comparado con las especies herbáceas. Este efecto fue mostrado en el Cuadro 4 del capítulo III (Azócar, 1981).

La importancia de los arbustos como alimento para el ganado aumenta con la irregularidad de las lluvias y con la longitud del período seco.

Por otra parte los arbustos producen un mejoramiento sustancial del microclima con lo cual mejora el crecimiento de las estratas subordinadas. Bajo ciertas condiciones ecológicas naturales y con la tecnología adecuada permiten elevar considerablemente la producción ganadera (Olivares y Gastó, 1981).

En la región mediterránea árida, a medida que los ambientes se hacen más secos, aumenta la importancia de la cabra como ganado doméstico más adaptado a dichas condiciones. La importancia de disponer de una diversidad de especies forrajeras arbustivas para la dieta del ganado caprino quedó demostrada con un reciente estudio, actualmente en prensa, realizado por Azócar, d'Herbes y Díaz en la Estación Experimental Las Cardas, ubicada entre La Serena y Ovalle, IV Región.

Aparte de servir de alimento y abrigo para el ganado y la vida silvestre los arbustos cumplen con otras importantes funciones, como por ejemplo, la producción de leña. Una hectárea de arbustos como Atriplex nummularia es capaz de producir 10 ton/ha de leña. Además, los arbustos pueden contribuir a mejorar las condiciones paisajísticas en un ambiente semidesértico y son un efectivo método para el control de la erosión, a través del piso bajo de cortinas cortavientos, forestación de laderas y control de dunas. Por último, muchas especies arbustivas son productoras de elementos de uso industrial y medicinal.

2. Bases para el tratamiento de formaciones arbustivas

En la resolución de problemas de recursos naturales se requiere observar el fenómeno y analizarlo de manera que permita comprenderlo y predecir su actividad (Olivares y Gastó, 1981).

Al igual que en el caso de las formaciones arbóreas, previo a la decisión del tratamiento a emplear en una formación arbustiva, es preciso conocer el ecosistema a través de dos aspectos: a) Arquitectura, b) Funcionamiento (Olivares y Gastó, 1981).

- a) Arquitectura. Se refiere a la apariencia física o estado actual del ecosistema.
- b) Funcionamiento. Tiene relación con la fisiología del ecosistema. Aquí se consideran los aspectos dinámicos del ecosistema, a diferencia del punto anterior, que tiene que ver con los aspectos estáticos.

De acuerdo con Olivares y Gastó (1981) el objetivo general del tratamiento de formaciones arbustivas es incrementar la productividad neta de la biocenosis, lo que se consigue a través de la reducción y simplificación de la fitocenosis, con lo cual se disminuye su consumo interno de energía.

3. Regeneración natural

La necesidad de regeneración natural de formaciones arbustivas se plantea fundamentalmente en dos situaciones: plantaciones de arbustos que ya han cumplido su vida útil y es necesario reemplazarlas por una nueva generación y formaciones naturales, anteriormente sin manejo, en que es preciso aumentar la participación de las especies valiosas. En ambos casos, la regeneración es por semillas y puede ser necesario un complemento de regeneración artificial por siembra directa o plantación.

3.1 Regeneración natural en plantaciones

Durante la vida útil de las plantaciones de arbustos la regeneración natural se realiza en forma anual o casi anual, en el caso de aquellas destinadas a servir de alimento para el ganado y cada cierto número de años, en el caso de las destinadas a combustible o fines medicinales, industriales u otros similares. En ambos casos, la regeneración es por vía vegetativa y se produce como respuesta a la extracción de la totalidad o parte de la fitomasa aérea por el ganado o el hombre.

Sobre la vida útil que tienen las especies arbustivas en plantaciones no existen datos muy precisos y además, ello va a depender del manejo a que hayan sido sometidas. Algunas plantaciones de Atriplex repanda realizadas hace 6 años en la IV región ya muestran signos de degradación. Olivares y Gastó (1981) dan para esta especie una longevidad mayor a 40 años. Por otra parte, en un jardín de introducción de diferentes especies de Atriplex y Maireana (ex Kochia), entre las que se encuentra A. repanda, realizado hace aproximadamente 20 años en Fray-Jorge, IV Región, todas las especies se encuentran en buenas condiciones en la actualidad.

Llegado el momento del reemplazo, la regeneración natural puede constituir una ventajosa alternativa frente a las costosas plantaciones. Diferentes especies de arbustos usados en plantaciones muestran regeneración natural por semillas en los alrededores de los ejemplares, como es el caso de Atriplex nummularia (Foto 31 apéndice).

Situación similar a la anterior ha sido observada en plantaciones ubicadas en el extremo Sur de la región mediterránea perárida con Kochia brevifolia (Meneses y Squella, 1981).

Con respecto a Atriplex repanda en ensayos realizados en la estación Experimental Agronómica de la Universidad de Chile, en Rinconada de Maipú, Olivares y Gastó (1981) indican que, con un adecuado tratamiento, se produce abundante regeneración natural de la especie. En una plantación con la especie, de 8 años de edad, distanciada 5 x 5 m (400 plantas por hectárea) se realizaron varios tratamientos para regenerar la especie. Para tales efectos, la plantación dejó de usarse con animales a partir del año anterior al ensayo, lo que permitió acumular la totalidad de los frutos en la planta. En el mes de Julio, en algunos sectores se trabajó el suelo en las entrelíneas

con una rastra de disco y en otros con rastra de ramas, dejando testigos sin preparación de cama de semillas. El tratamiento de rastreaje de disco se hizo antes de la diseminación de las semillas y el de rama, posterior a ella. Durante la aplicación de los tratamientos, ganado ovino utilizó intensamente tanto la pradera de terófitas como de nanofanerófitas durante una semana en diferentes fechas y luego se rezagó el campo hasta la fecha de control (Olivares y Gastó, 1981).

Además, se efectuó una siembra directa al voleo en terreno que no había sido roturado durante 27 años, preparando la cama de semilla mediante rastra de disco. La fecha de siembra fue en Julio y la cantidad sembrada fue de 100 kg/ha, lo que equivale a 30.000.000 de frutos/ha.

Los resultados del estudio indicaron que los valores de natalidad en la exposición Sur de la planta fueron superiores en cualquiera de las épocas de utilización estudiadas. Dentro de las épocas de utilización por parte del ganado, la mejor fue Julio y luego Enero. En Octubre la natalidad fue muy inferior y en la utilización de Abril no hubo regeneración (Olivares y Gastó, 1981).

La cantidad de regeneración sigue una curva que va desde cero plántulas en el centro de la planta madre y aumenta gradualmente hasta la proyección del perímetro de la copa y luego disminuye a medida que la distancia aumenta. El máximo valor se obtiene siempre, en cualquiera de las épocas de utilización, cercano al perímetro de la copa. Dicho valor puede alcanzar a densidades equivalentes a 1.380 individuos/m². En praderas utilizadas, la distancia máxima a que emergen plántulas con respecto al centro de la planta madre es de 1,80 m; en cambio, plantas madres que habían sido sometidas a podas de formación, al producir copas más vigorosas, se obtuvo una distancia de diseminación efectiva de hasta 3,40 m. (Olivares y Gastó, 1981).

Dado que la mortalidad de las plantas fue elevada, se eliminó por medios mecánicos la planta madre para ver si la menor competencia y mayor irradiación luminosa producía plántulas más vigorosas y por lo tanto se disminuiría la mortalidad. Con la corta completa de la parte aérea del arbusto madre realizada en Julio la densidad de plántulas medidas en Octubre fue elevada, lográndose hasta 1.169 individuos/m², con una altura de 7,7 cm. En cambio, cuando no se eliminó la copa, en la misma fecha no habían plántulas. En el control de principios de Marzo, es decir, cuando el período de sequía estaba por concluir, las plántulas más débiles habrían muerto y la cantidad de regeneración se había reducido a 12 individuos/m². Se debe hacer notar que la mayor parte de estas plántulas tenían en ese momento un desarrollo vigoroso (Olivares y Gastó, 1981).

En el caso de la siembra directa, se obtuvieron densidades de 173.200 individuos/ha, medidos en Octubre, cuando las plántulas tenían 8,1 cm de altura. A principios de Marzo del año siguiente habían 194.000 individuos/ha (Olivares y Gastó, 1981).

Tanto para la regeneración natural como artificial por siembra directa, es necesario realizar labores de ordenamiento del repoblado a objeto de disponerlo en hileras quedando con la fisionomía equivalente a una plantación. Ello se puede lograr mediante el empleo de maquinaria agrícola.

Una manera de evitar este tipo de trabajo en el caso de la regeneración natural sería trabajar el suelo en fajas angostas al lado más conveniente (hacia el Sur) de cada hilera de plantación, para que la regeneración se produzca sólo en dichas fajas. Lo mismo se puede señalar para la siembra directa en que se pueden sembrar fajas distanciadas de acuerdo a la densidad futura que se desee obtener.

3.2 Regeneración natural en formaciones naturales

Cuando se inicia por primera vez el manejo en una formación arbustiva natural puede presentarse la necesidad de aumentar la participación de aquellas especies más valiosas desde el punto de vista productivo. Por ejemplo, si la finalidad principal de la formación es alimentar ganado se procurará favorecer aquellas especies más consumidas y de mayor valor forrajero. Para ilustrar lo anterior, se puede tomar como ejemplo el trabajo mencionado anteriormente que realizaron Azócar, d'Herbes y Díaz (1988) en la Estación Experimental Las Cardas.

Las especies arbustivas presentes en el lugar corresponden a Flourensia thurifera (incienso), Heliotropium stenophyllum (palo negro), Gutierrezia resinosa (pichanilla), Porlieria chilensis (guayacán), Cassia coquimbensis (alcaparra), Adesmia microphylla (palhuén), Bridgesia incisaefolia (rumpiato), Oxalis gigantea (churco), Baccharis paniculata (chilquilla) y Muehlenbeckia hastulata (quilo o mollaca), además de otras 16 especies. Independiente del sistema de pastoreo (continuo o diferido) los arbustos con clase de aceptabilidad muy buena (I AR \geq 2) fueron, en orden de importancia: Bridgesia incisaefolia, Oxalis gigantea, Cassia coquimbensis, Adesmia microphylla, Gutierrezia resinosa, Porlieria chilensis, Baccharis paniculata y Muehlenbeckia hastulata. Si se considera solamente este aspecto, la lista anterior daría la prioridad de las especies arbustivas para ser consideradas en un proyecto de mejoramiento de la composición. Este mejoramiento de la composición se puede lograr mediante regeneración natural o artificial, estimándose que esta última es preferible dejarla para la forestación de terrenos descubiertos de arbustos o para transformar zonas con arbustos sin valor.

En algunas especies nativas es posible observar abundante regeneración natural por semillas. Tal es el caso de Flourensia thurifera en que frecuentemente se producen plántulas en los diferentes ambientes que ocupa. También se observan plántulas de Bahia ambrosioides.

La regeneración natural se puede lograr mediante la combinación de dos tipos de intervenciones: a) la corta de arbustos sin valor y, b) el trabajo al suelo.

- a) La corta de arbustos sin valor tiene por objeto eliminar una posible fuente de semilla indeseable y crear espacio para el establecimiento de las plántulas de las especies valiosas. Dicha corta es preferible efectuarla manualmente debido a la posibilidad de efectuar la operación en términos selectivos.
- b) El trabajo al suelo tiene por objeto mejorar las condiciones de receptividad de la cama de semilla y de crecimiento de las plántulas. Este trabajo se debe realizar en las proximidades de los ejemplares semilleros de las especies valiosas o bajo la forma de fajas realizadas con maquinaria, en el caso de que la densidad de los arbustos de valor sea baja.

Adicionalmente a lo anterior, puede realizarse una poda en los arbustos de especies valiosas a objeto de rejuvenecer el ejemplar, produciendo una copa más vigorosa y más productiva en términos de fructificación. Se puede incluir, además, una fertilización localizada de estos ejemplares.

Se debe tener siempre presente, en el caso de formaciones arbustivas destinadas al pastoreo, que parte importante de la dieta de los animales proviene de la estrata de terófitas. De acuerdo al estudio realizado por Azócar, d'Herbes y Díaz (1988) en Las Cardas, las terófitas participan en promedio entre el 62,1 y el 64,7% en la dieta de caprinos, dependiendo si el pastoreo es diferido o continuo. Este valor varía desde 80 a 84,1% durante el período vegetativo y reproductivo de las terófitas -4 meses, de Julio a Octubre- a 53,9 y 54,4% durante el período seco de éstas. De allí que una cierta proporción de la superficie debe estar ocupada por terófitas y si es posible, hemicriptófitas, que también tienen una participación en la dieta de los animales, si bien estas últimas pueden ubicarse bajo los arbustos.

Durante el período de receso vegetativo -mediados de Octubre a Julio- la dieta de los caprinos estuvo constituida por 5 especies en el sistema de pastoreo continuo y por 3 especies en el sistema de pastoreo diferido, lo que representa el 18,5 y 10,7% respectivamente del total de las especies registradas. La mayor parte de las especies leñosas fueron consumidas durante el período de crecimiento y desarrollo de fines de invierno y primavera. Aproximadamente el 70% del consumo de arbustos correspondió a hojas verdes y el resto a tallos verdes y ápices de tallos. En el período de floración, estos órganos participaron en un 12,5 a 16,7% del total de los componentes

morfológicos de los arbustos y más tarde, se agregó a la dieta los frutos (Azócar, d'Herbes y Díaz, 1988).

Del estudio de estos autores se concluye que la dieta caprina presenta una gran variabilidad a través de las diferentes épocas del año dependiendo del estado fenológico de la vegetación. De ello se desprende la importancia de disponer de formaciones arbustivas naturales compuestas por una diversidad de especies en que participen mayoritariamente aquellas que tienen mayor aceptabilidad por parte del ganado.

En la Foto 32 apéndice se muestra el ambiente en que se realizó el estudio recién mencionado. La foto fue tomada en Enero de 1987 y se muestra el estado de receso de la mayor parte de la vegetación como respuesta a la sequía. Si se observa la Foto 13 apéndice se nota el contraste en un sector un poco más abajo que el de la foto anterior, pero esta vez en Noviembre de 1987 luego de intensas lluvias.

Es de interés conocer en qué porcentaje de la superficie de la región mediterránea árida en que las comunidades arbustivas constituyen la vegetación leñosa más adaptada a las condiciones actuales del medio están realmente cubiertas por arbustos. Al respecto se pueden considerar los datos proporcionados por los tres transectos realizados en la IV Región y que fueron analizados en el Capítulo II. De acuerdo con ellos las formaciones de matorral alto y arbóreo no ocupan más del 8% de la superficie estudiada, los leñoso bajo-herbáceos ocupan entre el 30 y el 77% de las superficies muestreadas, mientras que el leñoso bajo ocupa entre el 15 y 39% del total. El resto de la superficie está ocupada por suculentas, herbáceas, terrenos degradados o plantaciones.

En las áreas cubiertas por vegetación leñosa baja, los recubrimientos más frecuentes varían entre el 10 y el 50%, siendo poco frecuente los superiores a este último valor.

Se debe tener presente que no toda la superficie cubierta por arbustos tiene vegetación susceptible de ser manejada debido al valor de los mismos. En la Foto 33 apéndice se muestra un sector privilegiado en cuanto a composición de especies arbustivas de alto valor forrajero.

En la Foto 34 apéndice se muestra un ejemplar de Caesalpinea angulicaulis con todos los componentes de la fitomasa aérea.

4. Métodos de corta de arbustos para la obtención de diversos productos

4.1 Obtención de productos medicinales e industriales

La obtención de productos de usos farmacéuticos e industrial requiere de la extracción de ciertos componentes del vegetal, de acuerdo al tipo de uso. En un sistema manejado se trata de obtener los productos sin afectar la estabilidad del ecosistema.

La idea central es que la extracción de los productos debe hacerse durante toda la vida útil del arbusto, a intervalos determinados por la capacidad de recuperación del vegetal. Probablemente, los estudios más avanzados al respecto se han realizado en México donde existe una intensiva y diversificada extracción de productos de las formaciones arbustivas en los desiertos del Norte.

Una de las especies más importantes de dichos ambientes es la gobernadora (Larrea tridentata). En ella, se realizó un estudio para conocer la respuesta del vegetal a diferentes tipos de corta (Maldonado y Aguilera, 1976). Los tratamientos empleados fueron:

- a) Corte del 100% de la fitomasa aérea, a raz del suelo
- b) Corte del 75% de la altura
- c) Corte del 50% de la altura
- d) Corte del 25% de la altura
- e) Corte de ramillas que se desarrollan durante un ciclo vegetativo
- f) Defoliación total. Extracción de todas las hojas dejando ramas y ramillas
- g) Corte longitudinal, afectando el 50% de la cobertura

Los mejores resultados, en términos de producción de materia seca fueron la corta de ramillas, la defoliación y la corta del 25% de la altura. Los resultados se explican por la estimulación de la actividad de las yemas laterales. En el trabajo se hace referencia a la limitante del alto costo de estos tratamientos.

Además del método de cosecha es importante considerar la época oportuna de la intervención en relación al estado fenológico del vegetal.

Algunas normas prescritas en México con respecto a lo anteriormente señalado son:

- a) Parthenium argentatum (Guayule). Produce goma industrial. El manejo de esta especie se realiza efectuando cortes del 40% en relación a su altura. Con esta práctica se mantiene una producción constante de las poblaciones naturales y, además, se facilita la germinación de las semillas que se encuentran en el suelo. Asimismo, promueve el desarrollo de las plántulas.
- b) Euphorbia sp. (Candelilla). Especie utilizada para cosméticos, pinturas y otros usos. Efectuar cortes parciales de la planta para asegurar su regeneración. Estos cortes deben efectuarse después del invierno.
- c) Opuntia spp. Realizar podas del 30% de su biomasa.
- d) Agave lechugilla. Se recomienda la recolección de cogollos en las poblaciones que presenten exposición Norte, obteniendo así una mayor producción y una mejor calidad de fibra.

e) Fluorensia cernua y Lippia spp. Especies de uso médico. Extraer semillas hasta en un 40% de su biomasa.

En el Sur de Francia, incluida la isla de Córcega, se explota el tocón de Erica arborea, especie que se ubica preferentemente en la maquia sobre suelos silíceos a baja altitud, para la fabricación de pipas. Al respecto se han establecido algunas normas simples de explotación. El diámetro mínimo del tocón para ser utilizado es con un diámetro de 15-20 cm. Con el objeto de facilitar la regeneración, se extrae solamente parte del tocón y para permitir un uso permanente y aumentar la producción, se recomienda hacer reposar las poblaciones jóvenes durante 10 a 20 años. (Forêt Méditerranéenne V(1) 1982).

4.2 Obtención de leña

En el sector de Huentelauquén, ubicado al Norte de la desembocadura del río Choapa, IV Región, la Corporación Nacional Forestal realizó un ensayo de diversos métodos para la obtención de leña de ejemplares de Atriplex nummularia de 4 años de edad (CONAF, 1987).

Se probaron dos tipos de altura de poda: a) A raz del suelo
b) A 30 cm del suelo

Además, se probaron tres tipos de herramientas : a) Tijera podadora
b) Descornadora (tijerón)
c) Serrucho cola de zorro

La leña obtenida se secó y pesó.

Los resultados indican que:

- a) La producción de leña seca fue de 1.200 a 1.500 kg/ha
- b) La cantidad de mano de obra empleada fue de 1 j/ha
- c) La herramienta más rápida fue la descornadora
- d) A los tres meses se observó un excelente estado de recuperación de la vegetación

4.3 Obtención de forraje

En los arbustos forrajeros se efectúan podas en la parte superior de aquellos ejemplares que sobrepasan la altura alcanzable por el ganado. Ejemplo de ello lo constituyen las plantaciones de Atriplex nummularia en que los arbustos suelen desarrollarse con alturas relativamente elevadas.

5. Poda de arbustos

La poda de arbustos se realiza con el propósito de obtener ciertos productos, rejuvenecer ejemplares con signos de degradación y prolongar la vida útil de los arbustos.

En España, se realizó un ensayo para evaluar el efecto de la corta a tres alturas diferentes en plantas de Colutea arborescens. (De Zuleta, 1983). La especie es una leguminosa arbustiva del mediterráneo europeo, de rápido crecimiento, de utilización múltiple y que sirve para mejorar pastizales pobres, debido a su excelente valor nutritivo para ovejas y cabras. En ejemplares de 4 años se hicieron cortes, en invierno a tres alturas diferentes: 5, 15 y 25 cm.

Los resultados fueron buenos en los tres casos.

En México se han propuesto podas de formación como parte del manejo de poblaciones silvestres de Simmondsia chinensis (jojoba) (Sepúlveda, 1985).

En Chile se han efectuado estudios de poda en Atriplex repanda. Olivares y Gastó (1981) realizaron experiencias en la Estación Experimental Agronómica de Rinconada de Maipú que indican que la poda de formación, removiendo toda la fitomasa sobre 15-20 cm del suelo, es una práctica determinante en la vida útil del arbusto.

Para la corta de arbustos se debe considerar en forma muy especial la época en la cual se realiza la corta, ya que ella determina la capacidad de rebrote de acuerdo con el comportamiento de las reservas de carbohidratos. Así, al final de la estación de crecimiento primaveral, las reservas de carbohidratos de las raíces están agotadas y pueden no ser suficientes para asegurar el rebrote. Los tratamientos de otoño no causan este tipo de mortalidad, ya que la translocación hacia el cuello de las raíces durante los meses de verano permite una recarga de reservas de almacenamiento.

Lo anterior también se debe considerar en el manejo del fuego y la utilización con ganado. Con respecto a este último, en el caso de Atriplex repanda se ha determinado que el arbusto puede ser utilizado en cualquier época del año, pero una sola vez en dicho período, para obtener la máxima productividad y longevidad.

Como parte de los ensayos realizados en Huentelauquén (CONAF, 1987), se aplicaron diferentes tratamientos para recuperar plantaciones de Atriplex repanda que mostraban signos de degradación. Los tratamientos empleados consistieron en la combinación de tres tipos de factores: a) Con poda y sin poda; b) Fertilización con salitre y guano, cada uno con tres dosis diferentes; c) Riego. Para esto último se efectuó una tasa alrededor de cada ejemplar.

El ensayo aún no ha sido evaluado.

6. Arquitectura de arbustos y estructuras para diversos objetivos

La arquitectura de los arbustos va a depender del tipo de utilización que se desea efectuar. Para efectos de este análisis se considerarán dos de los principales productos de las formaciones arbustivas: combustible y forraje.

Para efectos de producción energética, el arbusto debe tener una arquitectura con el máximo desarrollo de componente leñoso de la fitomasa. Por otra parte, la estructura de la formación debe ser con la máxima densidad que soporte el ecosistema.

En cambio, para la producción de forraje, es más conveniente un arbusto de menor altura, y una fitomasa constituida mayoritariamente por follaje y ramillas. La estructura de la formación debe ser más abierta de manera que sea posible el desarrollo de terófitas y hemicriptófitas y, además, el ganado pueda transitar libremente.

Como ejemplo de lo anterior, se puede señalar la especie Adesmia bedwelli, la cual se encuentra preferentemente en la parte costera de la IV Región (mediterránea árida) y cumple con los dos objetivos señalados. La especie alcanza su máximo desarrollo en el Parque Nacional de Fray-Jorge.

En la Foto 35 apéndice se puede observar un aspecto de la formación de Adesmia bedwelli en el piedmont del faldeo interior del cerro en cuya cima está el bosque. Se debe señalar que esta formación arbustiva es la más desarrollada en el sector costero e interior de la IV Región, como resultado de más de 30 años de exclusión.

Una formación como la señalada puede cumplir eficazmente con propósitos energéticos, pero en forma muy escasa para forraje debido a la baja cantidad de follaje, ramillas y frutos alcanzable por el ganado.

En la Foto 36 apéndice se muestra un ejemplar de la misma especie en un sector del Parque que fue afectado por un incendio tres años antes de la toma de la fotografía.

El ejemplo indicado en la Foto 36 apéndice y repetido en amplio sector, muestra que con la eliminación de la parte aérea de un ejemplar desarrollado de una especie arbustiva se puede lograr un rebrote en que toda la fitomasa, incluidas las espinas son consumibles por el ganado. Este efecto se puede lograr con una poda, para lo cual habría que estudiar la altura más conveniente.

Desde el punto de vista de uso ganadero existen varias posibilidades de estructuras, dependiendo algunas de ellas de la potencialidad del área.

Un ejemplo lo constituyen las transformaciones parciales de pastizales perennes o anuales a praderas arbustivas. Esta situación se presenta en climas áridos no mediterráneos, como es el caso de las Estepas Alto-Andinas, la Patagonia Argentina y la zona Oriental de la región de Aysén. Sin embargo, el esquema que se indica a continuación puede ser un ejemplo de transformación parcial aplicable a ecosistemas mediterráneos áridos y peráridos.

El ejemplo es en zonas desérticas en la Unión Soviética, en lugares donde caen 200-250 mm anuales de lluvia y existe una ganadería basada en oveja karakul (astracán). Las praderas están compuestas por herbáceas anuales. La técnica de mejoramiento contempla la interplantación de arbustos luego de arar bandas paralelas de unos 10 m de ancho dejando interbandas de herbáceas anuales de igual o mayor ancho. Las especies usadas corresponden a los géneros Artemisia, Calligonum, Haloxylon y Salsola, entre otras. Estas praderas mejoradas permiten aumentar la productividad entre dos y cinco veces, son altamente resistentes a la sequía y pueden ser usadas no menos de 15-25 años (Nechayeva, 1971).

En Grecia se han probado diversas alternativas de estructura para el mejoramiento de las condiciones de la ganadería basada en caprinos (Liacos, 1982). Una alternativa consiste en una transformación parcial de la pradera, mediante la eliminación del matorral a través de la quema controlada y siembra de forrajeras herbáceas de valor de los géneros Bromus, Phalaris, Lotus y Lolium. Esta transformación parcial permitió aumentar en cuatro veces la producción.

La otra alternativa consiste en el mejoramiento de la cubierta arbustiva sin recurrir a la transformación. La metodología general consistió en la eliminación de las especies de arbustos sin valor y la ejecución de podas en los remanentes mediante corte a 40 cm de altura, esperando luego dos años para su recuperación. En este caso la producción secundaria aumentó al doble (Liacos, 1982).

Dentro de esta alternativa, se están estudiando tres tipos de estructura:

- a) En buenos sitios, se permite el desarrollo de pastizales entre los cuales se distribuyen las especies arbustivas de valor, de poco desarrollo, en forma aislada o en grupos, ocupando 30-40% del área total.
- b) En sitios relativamente pobres y rocosos, se mantiene vegetación fundamentalmente arbustiva, distribuida uniformemente sobre toda el área. Mediante podas se organiza la arquitectura de los arbustos de manera que sea alcanzable por los caprinos. El forraje herbáceo producido bajo esta forma es muy limitado. Al igual que en el caso anterior, se eliminan los arbustos de especies sin valor.
- c) Una tercera forma, de gran valor estético, es un mejoramiento de la primera. Bajo esta forma, un cierto número de retoños de Quercus coccifera se dejan crecer tan altos como sea posible, como pequeños árboles, uniformemente repartidos y con una cobertura de 10-20% (Liacos, 1982).

Las principales ventajas de esta estructura diversificada son:

- Mejoramiento de las condiciones microclimáticas con el propósito de retener una mayor cantidad de agua y mejorar la eficiencia de la evapotranspiración del sistema (Liacos, 1982).
- Proteger el ganado contra la insolación excesiva en verano y los eventuales fríos en invierno, especialmente durante el período de parición.
- Producir bellotas de alto valor alimenticio en la crítica estación estival y principios de otoño (Liacos, 1982).
- Mejorar las condiciones de recreación y del paisaje (Liacos, 1982).

En el caso de Chile, la estructura más frecuente en el manejo ganadero de la región mediterránea árida consiste en una pradera biestratificada, con una estrata herbácea y una arbustiva. En el sector de Agua Amarilla, al Norte de Los Vilos, existe un ejemplo en que se agregó una tercera estrata, arbórea, en forma de bosquetes. La especie empleada fue Acacia saligna. (Foto 37 apéndice).

La misma estructura agrupada o en forma de árboles aislados se puede obtener, además, con otras especies exóticas o mediante el clareo o raleo de tallares aislados de especies arbóreas nativas que se encuentran en el área, tales como Schinus latifolius, Cryptocarya alba, Lithraea caustica, Azara celastrina, Fuchsia lycioides y más hacia el interior, Acacia caven, Quillaja saponaria, Prosopis chilensis.

En cuanto a eventuales transformaciones de formaciones arbustivas, ellas se justifican solamente en aquellos casos en que la composición actual no puede ser mejorada mediante un adecuado tratamiento. La especie Atriplex nummularia, en el sector Las Cardas, produce el triple de la fitomasa en comparación con Flourensia thurifera y otras especies arbustivas nativas de la zona. Los arbustos nativos producen menos, pero no hay costo de instalación y su productividad puede ser mejorada mediante manejo (Azócar, 1981).

No obstante lo anterior y considerando el valor estratégico de Atriplex nummularia y A. repanda, especies que, a diferencia de muchas de las que se encuentran habitualmente en las comunidades naturales, no son decíduas a la sequía, la organización predial puede contemplar el uso de una superficie de plantación con dichas especies, pero no más allá del 20-25% de la unidad de manejo y ubicada en áreas forestales. Ejemplo de ello existen en Las Cardas, Huentelauquén y en algunos predios particulares de la zona. En el caso del Centro de Ecología de Los Vilos, de propiedad del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, existen dos series de manejo, una para caprinos y otra para ovinos, cada una con siete parcelas, de manera que se permite el pastoreo diferido. En cada unidad de manejo el ganado dispone de cinco parcelas con hierbas anuales y perennes (el lugar es favorable por estar en la zona costera Sur de la región mediterránea árida) y dos con Atriplex. (Fotos 38 y 39 apéndice).

7. El uso del fuego en el manejo de matorrales

La quema controlada ha sido utilizada desde muy antiguo en las diferentes regiones mediterráneas del mundo en el manejo de matorrales. La principal ventaja del uso del fuego es el bajo costo de la operación, pero tiene el inconveniente de la pérdida de una cantidad inmensa de energía, precisamente en áreas donde la demanda por combustibles leñosos es, a menudo, muy elevada.

En el empleo del fuego como herramienta de manejo de ecosistemas mediterráneos, se debe considerar fundamentalmente cuatro aspectos: estación de la quema, intensidad, extensión y frecuencia.

En relación a la estación de la quema los aspectos a considerar son los mismos que en el caso de las cortas en arbustos y tallares con respecto a la retoñación y al uso por parte del ganado y se relacionan con las reservas de carbohidratos. Además, es importante considerar el estado fenológico de las especies que se desea favorecer, en especial, en aquellas en que se prevee una regeneración natural por semillas como ocurre frecuentemente en los arbustos, después de las quemas. En la phrygana del Mediterráneo, en el fynbos de Africa del Sur y en la formación arbustiva costera de salvia de California del Sur, gran cantidad de arbustos regeneran por semillas después de un incendio (Margaris, 1982; Kruger, 1982; Zedler, 1982).

En la garriga con Quercus coccifera al Sur de Francia, la fitomasa total de la vegetación quemada en primavera es siempre mayor que cuando la quema se efectúa en otoño. Lo mismo ocurre considerando solamente la vegetación leñosa. En cambio, la fitomasa de la vegetación herbácea es mayor con quema en otoño que en primavera.

En la intensidad de la quema interesa fundamentalmente la temperatura que genera el fuego y que puede afectar a los órganos responsables de la regeneración (tocones, semillas). Este aspecto depende de las condiciones meteorológicas bajo las cuales se realiza la quema, del contenido de humedad del material que va a ser quemado y de la abundancia de dicho material por unidad de superficie.

En relación a la extensión de la quema, el tamaño de los claros producidos va a influir sobre las diferentes especies que son capaces de colonizar dichos claros. A algunos les basta con el pequeño claro dejado por un ejemplar a morir, en tanto que otras requieren de grandes claros para aventajar a otras especies. Se puede señalar que las primeras no dependen del fuego para su regeneración mientras que las segundas son altamente dependientes. Esta última característica es habitual en las especies pioneras, de carácter colonizador, que forman los primeros estados de una serie sucesional. Zedler (1982) analizó con detalle lo que ocurre al respecto en el chaparral del Sur de California. Según este autor, la capacidad de invasión de un claro depende de las características de dispersión de los propágulos, de aspectos fisiológicos y de la habilidad competitiva.

Respecto a la frecuencia de la aplicación del fuego, según Kruger (1982), de los aspectos del fuego que se pueden regular mediante manejo, éste es la que tiene el mayor potencial en efectuar marcados cambios en el matorral. Por ejemplo, en Africa del Sur se sabe que el cambio de la frecuencia del fuego de 20 años a 6 años puede significar la transformación de un denso matorral en una vegetación baja dominada por plantas herbáceas. En general, altas frecuencias del fuego implican la desaparición de las estratas leñosas y un aumento de las estratas herbáceas.

Frecuencias de fuego demasiado amplias, puede implicar un aumento del peligro de incendios por acumulación de material combustible seco. Tal es el caso del chaparral de California, donde después de los 20 años comienza la fase de envejecimiento de las poblaciones y empiezan a secarse los extremos de los ejemplares y más tarde el ejemplar completo. En estos casos, el fuego puede constituir una eficaz herramienta para rejuvenecer las poblaciones de matorrales envejecidos.

Para efectos de la frecuencia de aplicación del fuego en formaciones arbustivas interesa conocer a partir de qué edad las diferentes especies son capaces de producir semillas. De las 42 especies del fynbos (S. Africa), 38 requieren 2 a 7 años de edad (dependiendo de las especies) para iniciar la producción de semillas y 4 requieren más de 7 años de edad. La estimación del período de juventud no es suficiente para definir el intervalo mínimo entre fuegos. Además del aspecto de la irregularidad de la población en cuanto al período de juventud, se requiere más de un año de floración para asegurar el reemplazo de la población. Una regla que se puede aplicar es que, en una unidad silvicultural, antes de volver a quemar, considerar que al menos la mitad de los individuos de las especies más lentas para madurar haya florecido tres o más veces (Kruger, 1982). Este autor indica que la edad de senilidad de las especies de fynbos varía según las especies, entre 30 y 50 años y que esta relativa corta vida está asociada con especies fuertemente dependientes de los ciclos de fuego. Se debe considerar que con el inicio de la senilidad se produce una declinación de la capacidad de regeneración del individuo. Kruger (1982) señala que una importante proporción de la flora del fynbos está adaptada a frecuencias de fuego que varían entre 10 y 40 años, pero no se conoce cómo las variaciones dentro de este rango afectan la abundancia relativa de las especies.

En el caso de Chile el conocimiento del manejo del fuego, en términos del control de incendios forestales, está bastante desarrollado, pero no existen muchos estudios en lo que se refiere a la acción ecológica del fuego sobre el matorral mediterráneo a diferencia de lo que ocurre con las plantaciones de Pinus radiata. Una excepción a lo señalado lo constituye el estudio realizado por Altieri y Rodríguez (1974) en el matorral de la Quebrada de la Plata en Rinconada de Maipú, con posterioridad a la ocurrencia de un incendio. Entre las conclusiones a que llegan los autores se señala que el habitat del matorral mediterráneo en su estado seral actual, depende del fuego para su

mantención y funcionamiento y que el uso dirigido del fuego puede constituir una práctica indispensable en la renovación periódica de dicho ambiente. Si, por el contrario, se excluyera totalmente el fuego en el sector, se produciría la eliminación sucesional de muchas especies presentes, ya que el fuego determina en parte la mantención y evolución de dichas comunidades biológicas (Altieri y Rodríguez, 1974).

La quema controlada puede constituir una eficaz herramienta en el tratamiento de matorrales envejecidos y en la conversión de formaciones arbustivas de gran desarrollo en formaciones bajas más adecuadas como alimento para el ganado (Foto 36 apéndice). No obstante, se debe señalar que con la poda manual se puede lograr el mismo efecto, aunque probablemente a un mayor costo, pero se aprovecha el material extraído como combustible y se evitan los daños sobre la fauna silvestre.

IX. METODOLOGIA GENERAL PARA LA APLICACION DE TRATAMIENTOS SILVICULTURALES EN BOSQUES Y MATORRALES

En el presente capítulo se pretende entregar en forma sintética una herramienta metodológica para enfocar la aplicación de tratamientos silviculturales a un caso dado. Se contemplan únicamente los aspectos netamente silviculturales, dejándose claramente establecido que lo que aquí se exponga corresponde sólo a una parte de lo que sería un plan de manejo a nivel predial o a nivel de un área mayor.

En la resolución de un problema de tipo silvicultural, como de cualquier otro relacionado con recursos naturales renovables, existen dos etapas fundamentales: 1) El reconocimiento del objeto a tratar para llegar finalmente a un diagnóstico. 2) El tratamiento propiamente tal, que corresponde a la fase de toma de decisiones.

Dentro de este marco general a continuación se indican las diferentes etapas que debe contemplar un proyecto de tratamiento silvicultural.

1. Fase de reconocimiento y diagnóstico

Comprende los siguientes puntos:

1.1 Ubicación geográfica y administrativa del predio

1.2 Estado legal del predio

En este punto se incluyen todos los aspectos relacionados con la propiedad del predio. Es de particular interés conocer el tipo de propietario y su condición legal para evaluar la posibilidad de permanencia del proyecto en el largo plazo.

1.3 Estado económico del predio

En este punto se consideran los aspectos que pueden ayudar a definir los objetivos del proyecto y la posibilidad para la ejecución del mismo, como ser la accesibilidad del predio, la infraestructura con que cuenta (cercos, caminos interiores), maquinaria, herramientas, equipos, animales domésticos. Además, los habitantes del predio y de los sectores vecinos. Esto último se requiere para determinar las posibilidades de mano de obra y, por otra parte para evaluar posibles presiones del exterior sobre el predio, como ser, extracción de leña, recreación, caza, etc.

Dentro de este punto se incluyen, los diferentes usos que se le dan al predio, tanto en la actualidad como en el pasado. Con ello se puede efectuar un primer nivel de zonificación del predio. En esta zonificación se individualizan aquellos sectores que pueden dedicarse a la actividad forestal en forma exclusiva o bajo un concepto de uso múltiple en relación con agricultura, ganadería y otros.

A continuación se sigue trabajando con el sector que potencialmente podría ser sometido al proyecto de tratamiento silvicultural.

1.4 Estado ecológico del sector

1.4.1 Descripción general

Se efectúa mediante observación de fotografías aéreas, recorrido general del área a modo de reconocimiento y con eventual apoyo bibliográfico.

Incluye los siguientes aspectos:

- 1.4.1.1 Clima. Solamente tiene interés para eventuales transformaciones, enriquecimientos o repoblaciones artificiales y en la medida que la descripción refleje realmente lo que ocurre en el sector a intervenir.
- 1.4.1.2 Geomorfología, fisiografía y topografía. A nivel general del sector.
- 1.4.1.3 Hidrografía. Recursos hídricos naturales. Evaluar cómo podrían ser afectados por el proyecto.
- 1.4.1.4 Suelos. A nivel general.
- 1.4.1.5 Vegetación. También a nivel general.
- 1.4.1.6 Fauna silvestre. En este punto es necesario determinar si existe fauna que pudiera afectar la realización del proyecto; por ejemplo, presencia de roedores o lagomorfos. También se debe detectar si existe fauna de interés que pudiera ser, a su vez, afectada por el proyecto.

1.4.2 Descripción según zonificación

Basándose en fotografías aéreas con apoyo de terreno, se realiza una zonificación del sector en estudio utilizando como criterio los aspectos de tipo fisiográficos y topográficos. Cada unidad estará constituida por una posición fisiográfica determinada, por ejemplo cabecera de cuenca, parte alta de una ladera, parte media, parte baja, piedmont, zona llana o quebrada, etc. Dicha posición fisiográfica se complementa con la exposición y la combinación de ambas dará diferentes unidades.

En estas unidades se efectúa una descripción más detallada de la vegetación que va a ser el objeto del tratamiento silvicultural. Para ello se pueden emplear diferentes metodologías, entre las que se destaca la de cartografía de ocupación de tierras (Etienne y Prado, 1982), la cual ha sido mencionada en varias partes de este documento y de la cual existen muchos ejemplos aplicados en Chile, principalmente en las regiones mediterráneas.

Esta descripción deberá contemplar a lo menos los siguientes aspectos:

- a) Tipo vegetacional (Matorral bajo, matorral alto, bosque)
- b) Composición florística
- c) Estado de desarrollo. Sólo en el caso de bosques
- d) Grado de artificialización. En este punto se tratará de conocer las causas de estado actual de la vegetación, incluyendo eventuales tratamientos silviculturales anteriores.

Con estos antecedentes se llega a una zonificación más detallada.

Si la vegetación que se va a manejar es de tipo arbóreo se efectúa un inventario según un muestreo estratificado o dirigido en cada unidad vegetacional determinada. En este inventario se consideran algunos aspectos cuantitativos y cualitativos de silvicultura básica, tales como distribución diamétrica, estratos, área basal, volumen, poda natural, estado sanitario, calidad, etc.

Además, habrá que prestar especial atención al estado del suelo, a la vegetación del sotobosque y a eventual presencia de fauna.

El análisis anterior se refiere al estado actual de la vegetación. Además, se deben incluir algunos aspectos sobre la dinámica de la vegetación, para lo cual se puede considerar el método sincrónico, es decir, observación simultánea de diferentes fases de la sucesión que se encuentren en el área de estudio.

Como elementos para orientar este análisis se pueden considerar la complejidad de la estructura, la similitud florística, es decir, en el caso de una especie determinada ver con qué especies se asocia y la

facilidad de propagación. La presencia o no de regeneración de las diferentes especies puede constituir una guía sobre cuál es la tendencia (progresiva o regresiva) de las especies.

El análisis del funcionamiento general de la vegetación, para lo cual se puede contar con el apoyo bibliográfico de investigaciones que se hubieran realizado en el sector y lo expuesto en este documento al respecto, es importante para conocer cuál es la situación de la especie o las especies que se someterán a manejo. Ello determinará la cantidad de esfuerzo a realizar para mantener en equilibrio dicha especie y, al mismo tiempo orientará el tratamiento silvicultural a emplear. Aspectos como el carácter pionero o avanzado de una especie en una serie sucesional y la estrategia de regeneración pueden ser determinantes en la elección del tratamiento silvicultural general.

2. Fase de toma de decisiones

Una vez cumplida la fase anterior, que tiene como meta efectuar un diagnóstico de la situación de la unidad que va a ser sometida a tratamiento, se pasa a la fase de toma de decisiones, lo cual implica la elección del tratamiento general, la programación en el tiempo y en el espacio y la descripción de cada actividad, los productos esperados, los costos de cada una y el balance económico del proyecto. La secuencia de las actividades silviculturales es la siguiente:

2.1 Estructura que se desea obtener y composición

Los objetivos del proyecto son fijados por el propietario con la asesoría del profesional que elabora dicho proyecto.

De acuerdo a los objetivos, que pueden ser simples o múltiples, se elige la estructura que se desea obtener. Ejemplos de estructuras: monte alto regular denso, monte alto regular abierto, monte alto regular con dos estratos, monte medio, monte bajo, pradera arbustiva biestratificada, pradera arbustiva con estrata arbórea, etc.

Unido a lo anterior se determina la especie o el conjunto de especies que cumplirán con los objetivos del proyecto y que, por lo tanto, serán objeto del tratamiento. No obstante, además se deben considerar las especies secundarias que de alguna manera ayudan a cumplir con el objetivo. Por ejemplo, especies arbustivas, especies que ayudan a mantener el suelo protegido contra la erosión, especies mejoradoras de suelo, etc.

2.2 Elección del tratamiento silvicultural general

Decidida la estructura y composición deseada se elige el tratamiento silvicultural general que se va a aplicar a la unidad de manejo para obtener dicha estructura y composición. El tratamiento silvicultural general se refiere al método de regeneración, como por ejemplo, tala rasa, árbol semillero, cortas sucesivas, regeneración por talar, etc. Considerando lo analizado en el Capítulo VII, los tratamientos

transitorios pueden constituir un tratamiento silvicultural general en esta etapa de transición.

En esta etapa se incluyen aspectos de manejo tales como la determinación de la rotación de la especie productora y la longitud de los ciclos de corta para los tratamientos intermedios. En el Capítulo III se han entregado antecedentes que pueden ser de utilidad para esta decisión.

2.3 Ordenación

Como ya se señaló con anterioridad comprende la organización en el espacio y en el tiempo de las intervenciones.

En un predio pueden existir varias unidades de ordenación, es decir cuarteles en el caso de que los tipos vegetacionales existentes puedan diferenciarse claramente en unidades distintas, de superficie significativa y que cada una cumpla con objetivos distintos.

Cualquiera sea el caso, la unidad de ordenación o cuartel puede subdividirse en series, las cuales tienen el mismo tratamiento general prescrito.

El procedimiento para programar las intervenciones al interior de un cuartel o serie es el mismo. Las unidades de manejo serán subdivididas en unidades silviculturales o parcelas, las cuales podrán coincidir con la zonificación detallada a partir de la vegetación o bien cada parcela puede incluir un grupo de dichas zonas. Lo importante es que cada parcela tenga un cierto grado de homogeneidad (composición, estructura actual, etapa de desarrollo). Todo lo anterior se lleva a un plano.

Terminada la organización espacial del cuartel es necesario tomar otra decisión importante que se refiere al tratamiento específico que se va a aplicar a cada unidad silvicultural de acuerdo a su situación actual. Por ejemplo, algunas de ellas van a estar sometidas a regeneración según el tratamiento silvicultural general, otras serán sometidas a tratamientos intermedios en espera de llegar al período de regeneración y, entre éstas, algunas tendrán que esperar un período, otras dos, otras tres y así sucesivamente. En el caso de existir pastoreo, este aspecto también deberá considerarse en la ordenación.

Las parcelas que van a ser sometidas a regeneración durante un cierto período se agrupan en un tramo, disponiéndose eventualmente de otros para los tratamientos intermedios y el pastoreo.

El criterio general para agrupar parcelas en un tramo es el de clase de edad o desarrollo. Así, todas las parcelas que contengan mayor desarrollo, se incluyen en el tramo de regeneración. En este tramo, también se consideran las parcelas en que eventualmente habría que regenerar en forma artificial.

En el resto del cuartel se programan las cortas o tratamientos intermedios y el eventual pastoreo.

Cada actividad debe quedar claramente especificada, en lo posible, a nivel de parcela, para todo el período de vigencia del plan de manejo el cual, en general, coincide con el período de regeneración.

Al final de este plan de ordenación se deberá disponer de un programa detallado de intervenciones para cada parcela incluyendo las fechas y las especificaciones técnicas de cada una, todo esto acompañado de los costos respectivos y de la eventual producción que podría obtenerse.

X. BIBLIOGRAFIA

- ACEVEDO, . y PASTENES, J. 1983. Distribución de Prosopis tamarugo Phil. en la Pampa del Tamarugal (Desierto de Atacama). Universidad de Chile. Fac. Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. Terra Aridae 2(2): 317-335.
- AHUMADA. A. y SERRANO, R. 1987. Zonificación y proposición de desarrollo forestal para el área natural (no urbana) de la Comuna de Conchalí. Tesis. Escuela Ciencias Forestales. Universidad de Chile. 151 p. y apéndices.
- ALFARO, R. y SIERRA, V. 1973. Absorción foliar de humedad atmosférica y relaciones hídricas en Cryptocarya alba (Mol.) Looser. Quillaja saponaria Mol.; Prosopis chilensis (Mol.) Stuntz y Acacia caven Mol. Tesis. Fac. Ciencias Forestales, Universidad de Chile. 70 p.
- ALTIERI, M. y RODRIGUEZ, J. 1974. Acción ecológica del fuego en el matorral natural mediterráneo de Chile en Rinconada de Maipú. Tesis. Escuela de Agronomía. Universidad de Chile. 144 p.
- AVILA, G. y ALJARO, M.E. 1977. Análisis comparativo de la actividad del cambium vascular en tallos y raíces de Colliguaya odorifera Mol. Medio Ambiente 2(2): 3-7.
- AVILA, G. et al. 1978. Secondary root and stem growth in a Chilean matorral shrub. Oecologia Plantarum 13 (4): 367-373.
- AVILA, G.; RIVERA, O. y MONTENEGRO, G. 1978. Estudio morfológico en raíces de algunos arbustos del matorral chileno. Medio Ambiente 3(2): 31-39.
- AZOCAR, P. 1981. Investigaciones de secano en la Estación Experimental Las Cardas en el período 1975-1980. En: Seminario "Alternativas agrícolas de producción en la III Región de Atacama". Vallenar. 12-15 Agosto 1981. 102-108 pp.
- AZOCAR, P. et al. 1987. Centro de Estudios de Zonas Aridas (CEZA) Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. 21 p.
- AZOCAR, P.; d'HERBES, J.M. y DIAZ, J. 1988. Estudio de sistemas de pastoreo con caprinos para el secano árido de la IV Región de Coquimbo. 1. Dieta e índices de aceptabilidad relativa de arbustos. Universidad de Chile. Facultad Ciencias Agrarias y Forestales. Avances de Producción Animal. Vol. 12. (1 y 2): en prensa.
- BADILLA, I. 1975. Características ecológicas y fitosociológicas de Atriplex repanda Phil. Tesis. Escuela de Agronomía. Universidad de Chile. 347 p.

- BEN SALEM, B. 1986. Breve historia de Silva Mediterránea. Unasylnva. 153. Vol. 38. 1986/3. 44-46 pp.
- BENEDETTI, S. 1986. Evaluación del recurso leñoso en relación a las necesidades humanas, en una Comunidad Agrícola de la IV Región. Tesis. Escuela Ciencias Forestales. Universidad de Chile. 125 p.
- BLANCHEMAIN, A.; MONTGOFLIER, J. 1983. Pâturage et forêts dans la province de Syracuse. Compte rendu de tournée en Sicile. Forêt Méditerranéenne. V(1): 83-88
- BOLANDER, D. 1982. Chaparral in Arizona. In: Proceedings of the symposium on dynamics and management of Mediterranean-type ecosystems 1981. Jun. 22-26. San Diego. Gen. Tech. Rep. PSW-58. USDA Forest Service. 60-63 pp.
- BOUDY, P. 1952. Guide du forestier en Afrique du Nord. Ed. La Maison Rustique. Paris. 505 p.
- BURGOS, M. 1970. Programa forestal-ganadero de la Pampa del Tamarugal. En: El hombre en la zona árida del norte chileno. Boletín Especial de PLANDES. 120-126 pp.
- CABELLO, A. y PERALTA, M. 1981. Arborización del campamento Canchas de Ski. Compañía Minera El Indio. Especies seleccionadas, recomendaciones para su plantación y cuidados. Informe. Departamento de Silvicultura y Manejo. Fac. Ciencias Agrar., Vet. y Forestales. U. de Chile. 53 p.
- CALDENTEY, J. y PIZARRO, J. 1980. Evaluación y zonificación de los recursos climáticos de la IV Región de Chile. Tesis. Fac. Ciencias Forestales. U. de Chile. 197 p. y apéndices.
- CAÑAS, R. et al. 1982. Biomass production and utilization of natural pastures in the chilean mediterranean ecosystems. In: Proceedings of the symposium on dynamics and management of Mediterranean-type ecosystems. 1981. Jun. 22-26. San Diego. Gen. Tech. Rep. PSW-58. USDA Forest Service. 34-41 pp.
- CARRERA, J.; de SIMON, E. y FISAC, M. 1982. Regional management of mediterranean ecosystems in Spain. In: Proceedings of the symposium on dynamics and management of mediterranean-type ecosystems. 1981. Jun. 22-26. San Diego. USDA Forest Service. General Technical Report PSW-58. 26-33 pp.
- CASTRO, M. 1986. Política, manejo y comercialización del sector forestal durante el siglo XIX. Tesis. Escuela Ciencias Forestales. U. de Chile. 168 p.

- CERDA, J. y GONZALEZ, J. 1982. Evaluación de las plantaciones de Atriplex repanda Phil. y Atriplex nummularia Lindl. en terrenos de la IV Región. Tesis. Escuela Ciencias Forestales. U. de Chile. 97 p.
- CONRAD, E. 1982. Utilization of biomass in mediterranean-type ecosystems. A summary and synthesis. In: Proceedings of the Symposium on dynamics and management of mediterranean-type ecosystems. Jun. 22-26. 1981. San Diego. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Rep. PSW-58. 193-197 pp.
- CONRAD, E. and OECHEL, W. (Tech. coords). 1982. Proceedings of the Symposium on dynamics and management of mediterranean-type ecosystems. Jun. 22-26. 1981. San Diego. U. del Estado de California. USDA Forest Service. Gen. Tech. Rep. PSW-58. 637 p.
- CONRAD, E.; ROBY, G. and HUNTER, S. 1986. Chaparral and associated ecosystems management: a 5-year research and development program. Gen. tech. Rep. PSW-91. USDA Forest Service. Pacific Southwest Forest and Range Exp. Sta. 15 p.
- CONAF, 1987. Informe de la gestión 1986. Ministerio de Agricultura. Corporación Nacional Forestal. Santiago-Chile.
- CONSIGNY, A. 1971. El crecimiento de la llareta. En: Actas Congreso Internacional de Zonas Áridas. Sept. 1971. Arica. Chile. 8 p.
- CONTRERAS, B. 1983. Diversidad morfológica en poblaciones de algarrobo (Prosopis chilensis (Mol.) Stuntz.) en la IV Región. Chile. Tesis Escuela Ciencias Forestales. U. de Chile. 108 p.
- CONTRERAS, D.; GASTO, J. y COSIO, F. (eds.). 1986 Ecosistemas pastorales de la zona mediterránea árida de Chile. I. Estudio de las Comunidades Agrícolas de Carquindaño y Yerba Loca del secano costero de la Región de Coquimbo. Programa UNESCO-MAB. Sub-comité MAB-3. Chile. Montevideo. 475 p.
- CONTRERAS, D. y GASTO, J. 1986. Ecosistemas de pastoreo y su organización antropológica y social. En: Ecosistemas pastorales de la zona mediterránea árida de Chile. I. Estudio de las Comunidades Agrícolas de Carquindaño y Yerba Loca del secano costero de la Región de Coquimbo. Programa UNESCO-MAB. Sub-comité MAB-3. Chile. Montevideo. 454-471 pp.
- CORDA, P. y DITTBORN, A. 1983. Chile. Desarrollo forestal de un sector árido cálido en Chile. Informe de misión. Programa de la FAO sobre la contribución forestal al desarrollo de las comunidades locales. GCP/INT/347/SWE. Roma. 125 p.

- CORNEJO, R. y GANDARA, J. 1980. Influencia de la estrata arbustiva en la productividad de la estrata herbácea de la estepa de Acacia caven (Mol.) Hook et Arn. Tesis. Facultad Ciencias Forestales. U. de Chile. 91 p.
- CORPORACION NACIONAL FORESTAL. 1987. Demanda por leña: un problema inquietante. Chile Forestal 143: 23-26.
- COSIO, F.; CARDENAS, C. y DEMANET, R. 1986. Sistemas de cultivos. En: Ecosistemas pastorales de la zona mediterránea árida de Chile. I. Estudio de las Comunidades Agrícolas de Carquindaño y Yerba Loca del secano costero de la Región de Coquimbo. Programa UNESCO-MAB. Sub-comité MAB-3. Chile. Montevideo. 116-144 pp.
- De PABLO, G. 1986. Análisis comparativo de raleo de un monte bajo de Eucalyptus globulus. San Antonio-V Región. Tesis. Escuela Ciencias Forestales. U. de Chile. 86 p.
- De ZULETÁ, J. 1983. Efectos del recepe (corta) a tres alturas diferentes en plantas de Colutea arborescens L. Anales INIA. España. Serie Forestal Nº 7: 99-110 pp.
- Del PEDREGAL, J. 1983. Descripción y análisis del estado actual de la vegetación de un transecto costero en la Región de Coquimbo. Tesis. Escuela Ciencias Forestales. U. de Chile. 103 p. y apéndices.
- Di CASTRI and MOONEY, 1973. Mediterranean type ecosystems. Origin and structure. Springer-Verlag. New York. 405 p.
- Di CASTRI, 1975. Esbozo ecológico de Chile. Trad. Sergio Núñez y Claudio Molina. Lo Barnechea. Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas. Sección Biología. 64 p.
- DONOSO, C. 1981. Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/76/003. Investigación y Desarrollo Forestal. Documento de Trabajo Nº 38. 70 p. y apéndices.
- DONOSO, C. 1982. Reseña ecológica de los bosques mediterráneos de Chile. U. Austral de Chile. Fac. Ingeniería Forestal. Bosque (4)2: 117-146 pp.
- DREGNE, H. (ed.). 1970. Arid lands in transition A.A.A.S. Washington. 524 p.
- DUHME, F. and HICKLEY, T.M. 1982. A conceptual view of the development of Mediterranean-type ecosystems in Europe. In: Proceedings of the symposium and management of mediterranea-type ecosystems. 1981. Jun. 22-26. San Diego. USDA Forest Service. Gen. Tech. Rep. PSW-58: 581-582 pp.

- EPSTEIN, J. 1980. Forestry and landscape in dry areas. LA-YAARAN 30(3-4): 79-81 pp.
- ETIENNE, M. y CONTRERAS, D. 1981. Cartografía de la vegetación y sus aplicaciones en Chile. U. de Chile. Fac. Ciencias Agrar., Veter. y Forestales. Escuela de Agronomía. Bol. Téc. N° 46. 27 p.
- ETIENNE, M. y PRADO, C. 1982. Descripción de la vegetación mediante la cartografía de ocupación de tierras. U. de Chile. Fac. Ciencias Agrar., Veter. y Forestales. Ciencias Agrícolas N° 10. 120 p.
- ETIENNE, M. et al. 1982. Cartografía de la vegetación de la zona árida de Chile. Transecto I: Puerto Oscuro, Combarbalá, Monte Patria, Ovalle, La Serena. Fac. Ciencias Agrar., Veter. y Forestales. U. de Chile. Terra Aridae 1: 73 p.
- ETIENNE, M.; GONZALEZ, C. y PRADO, C. 1982. Cartografía de la vegetación de la zona árida mediterránea de Chile. Fac. Ciencias Agrar., Veter. y Forestales. U. de Chile. Terra Aridae. 1(2): 81-126 pp.
- ETIENNE, M.; CAVIEDES, E. y PRADO, C. 1983. Bases ecológicas para el desarrollo de la zona árida mediterránea de Chile. Elementos para una planificación a nivel regional. Zona-test de Tunquén. Ambassade de France au Chili. Service de coopération scientifique et technique-U. de Chile. Fac. Ciencias Agra., Veter. y Forestales-C.N.R.S./C.E.P.E.-L. Emberger Montpellier. 69 p.
- ETIENNE, M.; DEL PEDREGAL, J. y ALVAREZ, M. 1984. Cartografía de la vegetación de la zona árida de Chile. Transecto III: Los Vilos-Coquimbo. Fac. Ciencias Agrar., Veter. y Forestales. U. de Chile. Terra Aridae 3(1): 91 p.
- ETIENNE, M. 1985. La forêt méditerranéenne du Chili. Forêt Méditerranéenne t. VII N° 1:65-68.
- FAO. 1956. El eucalipto en la repoblación forestal. Roma. 430 p.
- FAUNDEZ, L. y MIERES, G. 1987. Productividad forestal y forrajera en el tipo forestal esclerófilo y estepa de Acacia caven. Revisión bibliográfica. Investigación y Desarrollo de Áreas Silvestres en Zonas Áridas y Semiáridas de Chile. Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/83/017. Documento de Trabajo N° 8. 39 p.
- FOX, M. 1982. Vegetation changes in Mediterranean Australia since European settlement. In: Proceedings of the Symposium on dynamics and management of mediterranean-type ecosystems. Jun. 22-26. 1981. San Diego. USDA Forest Service. Gen. Tech. Rep. PSW-58: 112-117 pp.
- FUENZALIDA, H. 1965. Biogeografía. En: Geografía Económica de Chile. Texto Refundido. 228-267 pp.

- GAJARDO, M.E. y VERDUGO, R. 1979. Rendimientos en hojas de boldo (Peumus boldus Mol.), corteza de quillay (Quillaja saponaria Mol.) y carbón de espino (Acacia caven Mol.) en la V Región. Tesis. Fac. Ciencias Forestales. U. de Chile. 93 p. y apéndices.
- GAJARDO, R. 1983. Sistema básico de clasificación de la vegetación nativa chilena. U. de Chile. Fac. Ciencias Agrar., Veter. y Forestales. Depto. Silvicultura y Manejo/Corporación Nacional Forestal. 319 p. y apéndices.
- GAJARDO, R. 1987. La végétation naturelle du Chili: Proposition d'un système de classification et représentation de la distribution géographique. Thèse. U. d'Aix-Marseille. Faculté des Sciences et Techniques de Saint-Jerôme. Marseille. France. 301 p.
- GALLARDO, S. y GASTO, J. 1987. Estado y planteamiento del cambio de estado del ecosistema de Quillaja saponaria Mol. Pontificia Universidad Católica de Chile. Fac. de Agronomía. Informe de Investigación. Sistemas en Agricultura. Teoría. Avances. 248 p.
- GARRIDO, F. 1981. Los sistemas silviculturales aplicables a los tipos forestales nativos. Investigación y Desarrollo Forestal. Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/76/003. Documento de Trabajo N° 39.
- GASTO, J. y CONTRERAS, D. 1970. Panorama de las praderas de secano en el sector Centro-Norte de la Región Mediterránea de Chile. En: Boletín Especial de PLANDES. "El hombre en la zona árida del Norte chileno". 77-96 pp
- GASTO, J. y CONTRERAS, D. 1979. Un caso de desertificación en el Norte de Chile. El ecosistema y su fitocenosis. U. de Chile. Fac. de Agronomía. Bol. Téc. N° 42. 99 p.
- GASTO, J. et al. 1986. Bases y planteamientos resolutivos. En: Ecosistemas pastorales de la zona mediterránea árida de Chile. I. Estudio de las comunidades agrícolas de Carquindaño y Yerba Loca del secano costero de la región de Coquimbo. Programa UNESCO-MAB. Sub-comité MAB-3.Chile. Montevideo. 335-453 pp.
- GONZALEZ, L. 1985. La hijuela primera de la Hacienda Las Palmas de Cocalán. El parque nacional y otra alternativa de gestión. Miel de Palma Cocalán Ltda. Santiago. 43 p. y anexos.
- GONZALEZ, L. y VITA, A. 1987. Protección de la Palma chilena. Revista del Campo. El Mercurio. 1/6/87 y 8/6/87.
- GOZO, C. 1986. Fitodinámica post-cultivo en comunidades agrícolas del secano mediterráneo árido, IV Región. Chile. Tesis. Escuela de Agronomía. U. de Chile. 177 p.

- HABIT, M. 1980. Contribución al conocimiento del árbol forrajero de desierto Prosopis tamarugo Phil. FAO. (Documento de distribución restringida). 124 p.
- HABIT, M. et al. 1981. Prosopis tamarugo: Arbol forrajero para zonas áridas. FAO. Roma.
- HABIT, M. (ed.). 1985. Estado actual del conocimiento sobre Prosopis tamarugo. Documentos presentados a la Mesa Redonda Internacional sobre Prosopis tamarugo Phil. Arica. Chile. 11-15 de Junio de 1984. FAO. 483 p.
- HAJEK, E. (ed.). 1981. Primer Seminario Taller. Bases biológicas para el uso y manejo de recursos naturales renovables: Recursos de la zona de matorral y bosque esclerófilo de Chile Central. Pontificia Universidad Católica de Chile. Monografías Biológicas N° 1. 87 p.
- HOMANN, C. 1968. Estudio sobre reproducción y anatomía de hojas de frutos en boldo (Peumus boldus Mol.). Tesis. Escuela de Ingeniería Forestal. U. de Chile. 96 p.
- HUNTER, A. and PAYSEN, T. 1986. Vegetation classification system for California: user's guide. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Rep. PSW-94. 11 p.
- HURTADO, P. 1969. Observaciones sobre la anatomía foliar y la transpiración en peumo (Cryptocarya alba (Mol.) Looser. Tesis. Escuela de Ingeniería Forestal. U. de Chile. 81 p.
- KANNEGIESSER, U. 1987. Evaluación de biomasa y boldina en boldo (Peumus boldus Mol.), VII Región. Tesis. Escuela de Ciencias Forestales. U. de Chile. 97 p.
- KEELEY, S. and KEELEY, J. 1982. The role of allelopathy, heat and charred wood in the germination of chaparral herbs. In: Proceedings of the symposium on dynamics and management of mediterranean-type ecosystems. 1981. Jun. 22-21. San Diego. USDA Forest Service. Gen. Tech. Rep. PSW-58: 128-134 pp.
- KRUGER, F. 1982. Use and management of mediterranean ecosystem in South Africa-Current problems. In: Proceedings of the symposium on dynamics and management of mediterranean-type ecosystems. 1981. Jun. 22-26. San Diego. USDA Forest Service. Gen. Tech. Rep. PSW-58.
- KUMMEROW, J. 1982. The relation between root and shoot systems in chaparral shrubs. In: Proceedings of the symposium on dynamics and management of the mediterranean-type ecosystems. Jun. 22-26. 1981. San Diego. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Rep. PSW-58. 142-147 pp.

- LAILHACAR, S. et al. 1982. Species diversity and stratification to improve grazing in mediterranean chilean range. In: Proceedings of the symposium on dynamics and management of mediterranean-type ecosystems. USDA Forest Ser. Gen. Tech. Rep. PSW-58. 612-613 pp.
- LAILHACAR, S. 1986. Recursos forrajeros utilizados en producción ovina. I Zona de clima mediterráneo árido y semiárido (secano comprendido entre los valles transversales de Elqui y Aconcagua). En: García, G. (ed.): Producción ovina. Depto. Producción Animal. Facultad Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. 25-57 pp.
- Le HOUEROU, H-N. 1980a. L'impact de l'homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne. Forêt Méditerranéenne II (1): 31-44 et II(2): 155-174.
- Le HOUEROU, H-N. 1980b. Productividad en ecosistemas del Mediterráneo. Forêt Méditerranéenne II(2).
- LEISZ, D. 1982. Concerns and costs of managing Mediterranean-type ecosystems. In: Proceedings of the symposium on dynamics and management of Mediterranean-type ecosystems. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Rep. PSW-58. 3-5 pp.
- LIACOS, L. 1982. Grazing management of evergreen brushlands in Greece. In: Proceedings of the symposium on dynamics and management of the mediterranean-type ecosystems. 1981. Jun. 22-26. San Diego. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Rep. PSW-58. 270-275 pp.
- MALDONADO, F. 1967. Rendimiento en corteza de quillay (Quillaja saponaria Mol.) zona de Valparaíso. Tesis. Ingeniero Forestal. Fac. de Agronomía. U. de Chile. 80 p.
- MALDONADO, L. y AGUILERA, J.M. 1976. Método de corte en gobernadora. Larrea tridentata. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México. Bol. Téc. N° 54. 32 p.
- MANETTI, R. y MONTECINOS, M. 1978. Estimación de la productividad de semillas en Sophora macrocarpa Sm. ("Mayo"). Tesis. Facultad Ciencias Forestales. U. de Chile. 91 p.
- MARGARIS, N.S. 1982. Maquis for biomass. In: Proceedings of the symposium on dynamics and management of the Mediterranean type ecosystems. 1981. Jun. 22-26. San Diego. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Rep. PSW-58. 166-170 pp.
- MATTE, V. 1960. Estudio, informe y proyecto de explotación de un bosque de peumo (Cryptocarya alba (Mol.) Looser en la provincia de Santiago. Tesis. Ingeniero Forestal. Fac. Agronomía. U. de Chile. 41 p.

- Mc KELL, C.; BLAISDELL, J. y GOODIN, J. (tech. eds.). 1972. Wildland shrub-their biology and utilization. An international symposium. Utah State University. Logan. Utah. Jul. 1971. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Rep. INT-1. 494 p.
- MENESES, R. y SQUELLA, F. 1981. Investigaciones realizadas en praderas y ovinos en la Sub-estación Experimental Los Vilos y su proyección a las áreas semiáridas de la III región. En: Seminario Alternativas agrícolas de producción en la III Región de Atacama. Vallenar 12-15 Agosto 1981. 59-92 pp.
- MONTENEGRO, G. and RIVEROS, F. 1977. Comparison of differential environmental responses of Colliguaya odorifera. Flora 166: 125-135.
- MONTENEGRO, G.; RIVERA, O. and BAS, F. 1978. Herbaceous vegetation in the chilean matorral. Oecología 36: 237-244.
- MONTENEGRO, G.; ALJARO, M.E. and KUMMEROW, J. 1979. Growth dynamics of chilean matorral shrubs. Bot. Gaz 140: 114-119.
- MONTENEGRO, G. et al. 1979. Satureja gilliesii, a poiklobrydic shrub from the chilean mediterranean vegetation. Canadian Journal of Botany 57(11): 1.206-1.213.
- MONTENEGRO, G. et al. 1982. Seasonality, growth and net productivity of herbs and shrubs of the chilean matorral. In: Proceedings of the symposium on dynamics and management of the mediterranean-type ecosystems. Jun. 22-26. 1981. San Diego. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Rep. PSW-58. 135-141 pp.
- MONTOYA, J.M. 1980. Los alcornocales. Publicaciones de Extensión Agraria. Ministerio de Agricultura. INIA. Madrid. 151 p.
- MONTOYA, J.M. 1983. Método para la ordenación silvopastoral. Forêt Méditerranéenne V(1): 73-82.
- MONTOYA, J.M. 1986. Ecología, silvopascicultura y ordenación de los alcornocales (una síntesis práctica). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA. Madrid. Bol. Estación Central de Ecología. 5(29): 3-10 pp.
- MONTOYA, J.M. 1987. Aménagement sylvopastoral de la suberie de la Mamora (Maroc). Forêt Méditerranéenne IX(1): 36-40.
- MORANDINI, R. 1981. Sylviculture des forêts de chêne méditerranéennes. Revue Forêstiere Francaise. XXXIII-Nº sp: 138-145.
- NATIONAL SCIENCE FOUNDATION. 1977. The study of aridity. Moasico. 8(1): 52 p.

- NAVEH, Z. 1982. Dynamic conservation management of nontillable East Mediterranean upland ecosystems. In: Proceedings of the symposium on dynamics and management of the mediterranean-type ecosystems. 1981. Jun. 22-26. San Diego. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Rep. PSW-58: 20-25 pp.
- NAVEH, Z. 1983. Restauration à but multiples des hautes terres méditerranéennes; nouvelles approches pour de vieux problemes. Fôret Méditerranéenne V(1): 111-115.
- NECHAYEVA, N. 1971. Pastures and sheep production in the arid zone of the Soviet Union. In: Food, Fiber and the Arid Lands The University of Arizona: 211-216 pp.
- NEUENSCHWANDER, A. 1965. Contribución al estudio anatómico de la corteza de quillay (Quillaja saponaria Mol.) y recomendaciones para su explotación. Tesis. Escuela de Ingeniería Forestal. U. de Chile. 121 p.
- NOVOA, P. 1987. El bosque esclerófilo y el DL 701. Colegio de Ingenieros Forestales. RENARRES III(13): 16-17.
- OLIVARES, A. y GASTO, J. 1971. Comunidades de terófitas en subseres postadura y en exclusión en la estepa de (Acacia caven (Mol.) Hook et Arn). Boletín Técnico N° 34. Estación Experimental Agronómica. Fac. Agronomía. U. de Chile. 3-24 pp.
- OLIVARES, A. y GASTO, J. 1981. Atriplex repanda. Organización y manejo de ecosistemas con arbustos forrajeros. U. de Chile. Fac. Ciencias Agrar., Veter. y Forestales. Depto. de Producción Animal. 300 p.
- ORNI, E. y YAALON, D. 1970. Recuperación de tierras. En: Boletín Especial de PLANDES: El hombre en la zona árida del Norte chileno. 176-198 pp.
- OVALLE, C. y AVENDAÑO, J. 1984a. Utilización silvopastoral del espinal. I. Influencia del espino (Acacia caven (Mol.) Hook et Arn.) sobre la productividad de la pradera natural. Agricultura Técnica 44(4): 339-345.
- OVALLE, C. y AVENDAÑO, J. 1984b. Utilización silvopastoral del espinal (Acacia caven (Mol.) Hook et Arn.) sobre algunos elementos del medio. Agricultura Técnica 44(4): 353-362.
- OYARZUN, V. y PALAVICINO, V. 1984. Evaluación de especies leñosas, para ser usadas con fines energéticos, en la Provincia del Choapa. IV Región. Tesis. Escuela Ciencias Forestales. U. de Chile. 159 p.

- PATTON, D. et al. (Tech. coords.). 1986. Reunión sobre manejo y utilización de las plantas de zonas áridas. (Febrero 18-22. 1985 Saltillo, México). USDA Forest Serv. Gen. Tech. Rep. RM-135.
- PERALTA, J. 1986. Reconocimiento semi-detallado de suelos en el sector costero de la IV Región, mediante el uso de "Land Units". Tesis. Escuela de Agronomía. U. de Chile. 317 p. y apéndices.
- PERALTA, M. 1971. Suelos de regiones naturales de conservación. Bol. Téc. N° 24. Escuela Ingeniería Forestal. U. de Chile. 73 p.
- PERALTA, M. 1984. Descripción, procesos, problemas y potencialidades de las regiones naturales. Cordillera de la costa, Mediterráneo: Valparaíso-Concepción. Ciencias Forestales 4(1): 1-9.
- PERALTA, M. y SERRA, M.T. 1987. Caracterización del habitat natural de las especies del género Prosopis, en las provincias de Huasco y Copiapó. III Región. Chile. Documento de Trabajo N° 9. Proyecto FO:DP/CHI/83/017 "Investigación y Desarrollo de Areas Silvestres. Zonas Aridas y Semiáridas de Chile". 121 p.
- POISSONET, P. et al. 1982. Range experimental dynamics, management and hydrology in "garrigue" of Quercus coccifera L. (S. France). In: Proceedings of the symposium on dynamics and management of the mediterraneo-type ecosystems. 1981. Jun. 22-26. San Diego. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Rep. PSW-58. 627 p.
- QUEZEL, P. 1979. La región Méditerranéenne Francaise. Forêt Méditerranéenne I(1).
- QUEZEL, P.; TOMASELLI, R. y MORANDINI, R. 1982. Bosque y maquia mediterráneos. Ecología, Conservación y Gestión. Serbal/UNESCO. Barcelona. 149 p.
- RAMOS, J.L. 1979. Selvicultura. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Sección de Publicaciones. Madrid. 496 p.
- RIBALTA, E. 1983. Evaluación de la producción y productividad del monte bajo de Eucalyptus globulus (Lab.). V región. Tesis. Escuela Ciencias Forestales. U. de Chile. 124 p.
- RIGGAN, P. and DUNN, P. 1982. Harvesting chaparral biomass for energy. An environmental assesment. In: Proceedings of the symposium on dynamics and management of the mediterranean-type ecosystems. 1981. Jun. 22-26. San Diego. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Rep. PSW-58: 149-157 pp.
- RIVEROS, F. and MONTENEGRO, G. 1977. Morphological structure and water balance of four chilean shrub species. Flora 166: 357-365.
- ROBERTS, R. y DIAZ, C. 1963. Los grandes grupos de suelos de Chile. Apartado de Agricultura y Técnica. Vol. XIX y XX. 1959-1960. 60p.

- ROSENMANN, E. 1983. Estudio de la dinámica de la vegetación en el sector costero de la región de Coquimbo. Tesis. Escuela Ciencias Forestales. U. de Chile. 100 p.
- RUBINSTEIN, A. 1969. Inventario y estudio de producción de un rodal con palma chilena, Jubaea chilensis (Mol.) Baillon (Hacienda Ocoa, Provincia de Valparaíso). Tesis. Escuela de Ingeniería Forestal. U. de Chile. 81 p. y apéndices.
- RUIZ de GAMBOA, C. 1986. Proposición de superficies y especies para forestar con fines energéticos en la Provincia del Choapa, IV Región. Tesis. Escuela Ciencias Forestales. U. de Chile. 104 p.
- RUIZ de la TORRE, J. 1976. La silvicultura natural en el cuadro de la ordenación ecológica de la región Mediterránea. Madrid. ICONA. Bol. Est. Central de Ecología 5(9): 3-25.
- SANTA CRUZ, V. 1986. Contribución del sector forestal a los requerimientos de energía para uso doméstico en la zona central de Chile. Tesis. Escuela Ciencias Forestales. U. de Chile. 109 p.
- SCHLEGEL, F. 1963. Estudio florístico y fitosociológico de la Quebrada de la Plata. Hacienda Rinconada de Lo Cerda, Maipú. Tesis. Ingeniero Forestal. Fac. Agronomía. U. de Chile. 221 p.
- SCHLEGEL, F. y VITA, A. 1967. Reforestación por siembra directa con las especies forestales quillay (Quillaja saponaria (Mol.) y peumo (Cryptocarya alba (Mol.) Looser en la zona semiárida de Chile. Actas 3ras. Jornadas Forestales. Asociación Chilena de Ingenieros Forestales. Valdivia. 53-54 pp.
- SCHMIDA, A. and BARBOUR, M. 1982. A comparison of two types of Mediterranean scrub in Israel and California. In: Proceedings of the symposium on dynamic and management on mediterranean-type ecosystems. Jun. 22-26. 1981. San Diego. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Rep. PSW-58: 100-106.
- SENERMAN, J. 1970. Algunas consideraciones sobre la anatomía del estípite de palma chilena (Jubaea chilensis (Mol.) Baillon. Tesis. Escuela Ingeniería Forestal. U. de Chile. 78 p. y apéndices.
- SEPULVEDA, J. 1986. Manejo de poblaciones silvestres de jojoba en Baja California. En: Reunión sobre manejo y utilización de plantas de zonas áridas (Febrero 18-22, 1985. Saltillo-México). USDA Forest Serv. Gen. Tech. Rep. RM-135.
- SILVA MEDITERRANEA. 1985(a). Situación actual y tendencias del sector forestal. Nota de la secretaría. Comité CFA/CFE/CFCO sobre Cuestiones Forestales del Mediterráneo "Silva Mediterránea". 12a. Reunión. La Grande-Motte, Francia. Dic. 1985. 11 p.

- SILVA MEDITERRANEA. 1985(b). Ordenación y utilización de los bosques. Nota de la Secretaría. Comité CFA/CFE/CFCO sobre Cuestiones Forestales del Mediterráneo "Silva Mediterránea". 12a. Reunión. La Grande-Motte. Francia. Dic. 1985. 11 p.
- SOTO, G. 1982. Evaluación silvícola de las plantaciones de Atriplex repanda Phil. y Atriplex nummularia Lindl. en la IV Región. Tesis. Escuela Ciencias Forestales. U. de Chile. 138 p.
- SPECHT, R. 1982. General characteristics of mediterranean-type ecosystems. In: Proceedings of the Symposium on dynamics and management of mediterranean-type ecosystems. Jun. 22-26. 1981. San Diego. USDA Forest Ser. Gen. Tech. Rep. PSW-58. 13-19.
- STAMOU, N. 1981. Le taillis simple de chênes en Grèce et ses traitements futurs, aspects économiques, conversion et enrésinement. Forêt Méditerranéenne III(2): 155-160.
- STOEHR, G. 1969. Métodos de reforestación con espinos (Acacia caven (Mol.) Hook et Arn.) en la zona semiárida de Chile. Tesis. Escuela de Ingeniería Forestal. U. de Chile. 134 p.
- SUDZUKI, F. 1969. Absorción foliar de humedad atmosférica en tamarugo, Prosopis tamarugo Phil. Bol. Téc. N° 30. Estación Experimental Agronómica. U. de Chile. 23 p.
- TOLAND, J. 1982. The potential of utilizing chaparral for energy. In: Proceedings of the symposium on dynamics and management of the mediterranean-type ecosystems. 1981. Jun. 22-26. San Diego. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Rep. PSW-58.
- TORAL, M. 1983. Estudio de la estructura, crecimiento y rendimiento en quillay (Quillaja saponaria Mol.). Informe Técnico Final. Proyecto N° A 1180-8333. Departamento de Desarrollo de la Investigación. U. de Chile. 76 p. y apéndices.
- TORAL, M. 1986. Madera. Fuente de energía. Renarres Año 1 N° 6: 13-15. Santiago.
- TORAL, N. y ROSENDE, R. 1986. Producción y productividad del quillay. Renarres Año 3 N° 8: 19-21. Santiago.
- TRUCCO, J. 1985. Evaluaciones iniciales de un sistema silvopastoral con Acacia caven (Mol.) Hook et Arn. para la región mediterránea subhúmeda de Chile. Tesis. Ingeniero Agrónomo. U. de Concepción. 79 p.
- TYRREL, R. 1982. Chaparral in Southern California. In: Proceedings of the symposium on dynamics and management of the mediterranean-type ecosystems. 1981. Jun. 22-26. San Diego. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Rep. PSW-58: 56-59.

- VALDES, J. 1983. Dinámica de la desertificación en tres áreas del secano interior de la IV Región. Tesis. Escuela Ciencias Forestales. U. de Chile. 135 p.
- VITA, A. 1966. Reforestación por siembra directa con quillay (Quillaja saponaria Mol.) y peumo (Cryptocarya alba (Mol.) Looser. Tesis. Ingeniero Forestal. Fac. Agronomía. U. de Chile. 83 p.
- VITA, A. 1969. Efecto del origen geográfico de árboles padres de quillay (Quillaja saponaria Mol.) sobre la calidad de la semilla y en reforestación por siembra directa. Bol. Téc. N° 21. Escuela Ingeniería Forestal. U. de Chile. 20 p.
- VITA, A. 1974. Algunos antecedentes para la silvicultura del quillay (Quillaja saponaria Mol.) Bol. Téc. N° 28. Fac. Ciencias Forestales. U. de Chile. 19-31 pp.
- VITA, A. 1977. Introducción de especies forestales en la zona costera de la Región de Coquimbo. Bol. Téc. N° 48. Fac. Ciencias Forestales. U. de Chile. 63 p.
- VITA, A. 1978. Los tratamientos silviculturales. Texto N° 1. Fac. Ciencias Forestales. U. de Chile. 233 p.
- VITA, A. 1981. Silvicultura en zonas áridas. Serie Educativa N° 1. Fac. Ciencias Forestales. U. de Chile. 77 p.
- VITA, A. 1986. Introducción de especies forestales combustibles y forrajeras en la IV Región. Evaluación 1986. Convenio CONAF IV Región-Fac. Ciencias Agrarias y Forestales. U. de Chile. 62 p.
- VITA, A. y HERNANDEZ, R. 1986. Regeneración de quillay en Comunidad Agrícola de Cuz-Cuz (Comuna de Illapel). IV Informe segunda temporada. Fac. Ciencias Agrarias y Forestales. U. de Chile-Corporación Nacional Forestal. 31 p.
- WEINSTEIN, A. 1986. L'influence de traitements sylvicoles sur la reponse des arbres et de la couverture végétale au sol dans un taillis des chênes de la Méditerranée orientale. Forêt Méditerranéenne VIII(2): 127-132.
- WELLS, W. 1982. Hydrology of mediterranean-type ecosystems. A summary and synthesis. In: Proceedings of the symposium on dynamics and management of mediterranean-type ecosystems. Jun. 21-26. 1981. San Diego. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Rep. PSW-58: 91-99.
- WESTMAN, W. 1982. Coastal sage scrub sucesion. In: Proceedings of the symposium on dynamic and management of mediterranean-type ecosystems. Jun. 21-26. 1981. San Diego. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Rep. PSW-58: 91-99.

- ZEDLER, P. 1982. Plant demography and chaparral management in Southern California. In: Proceedings of the symposium on dynamics and management of mediterranean-type ecosystems. 1981. Jun. 22-26. San Diego. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Rep. PSW-58.
- ZELAYA, E. 1970. Comportamiento del hombre frente a la realidad de las zonas áridas del Norte chileno. En: El hombre en la zona árida del Norte chileno. Bol. Especial de PLANDES. 17-19 p.

APENDICE

FOTOGRAFIAS



FOTO 1: *Bridgesia incisaefolia* (rumpiato) con el follaje en el suelo. (Aucó, 22/12/86).



FOTO 2: Desierto Florido de los Llanos (Norte de Vallenar, 10/83).



FOTO 3: Ejemplares de *Cordia decandra* (Carbonillo) mostrando la flor blanca, ubicados más hacia el Sur. Aucó 22/12/86.

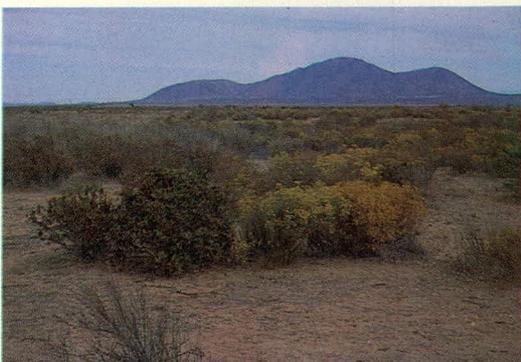


FOTO 4: Comunidad de *Flourensia thurifera* en la Hacienda El Tangue (23/4/86).



FOTO 5: Ejemplar de *Krameria cistoidea* (pacul). Quebrada la Marquesa 13/12/86.

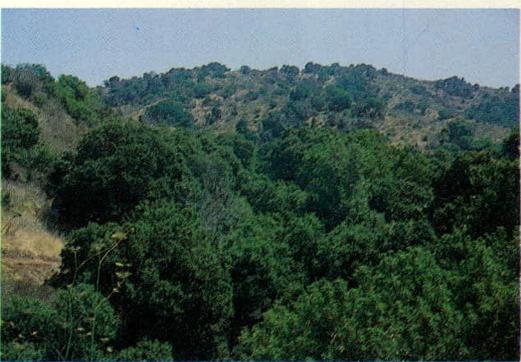


FOTO 6: Comunidad con presencia de belloto (*Beilschmiedia miersii*) en sector de Papudo (2/3/87).



FOTO 7: Gran ejemplar de belloto (*Beilschmiedia miersii*) en sector de Papudo (2/3/87).



FOTO 8: Comunidad de peumo (*Cryptocarya alba*) como dominante, acompañado por boldo (*Peumus boldus*), litre (*Lithraea caustica*), molle (*Schinus latifolius*) y belloto (*Beilschmiedia miersii*), entre otras especies. Cobertura superior a 85%. Sector alto Cuesta El Melón (11/87).



FOTO 9: Comunidad de la foto anterior, más degradada por la acción antrópica. Los claros están invadidos por *Chusquea cumingii* (quilla). (11/87).



FOTO 10: *Jubaea chilensis* en sectores bajos donde alcanza mayor densidad. Cocalán (Gentileza L. González).

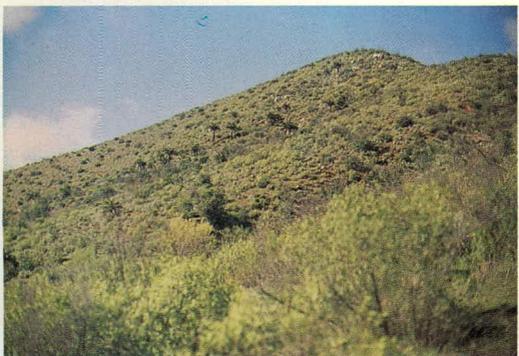


FOTO 11: *Jubaea chilensis* en laderas. Cocalán (Gentileza L. González).

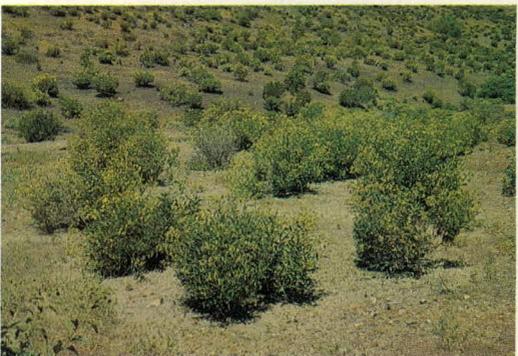


FOTO 12: Comunidad de *Flourensia thurifera* mostrando vigoroso rebrote en primavera luego de intensas lluvias (Sector Interior de Andacollo). (11/87).

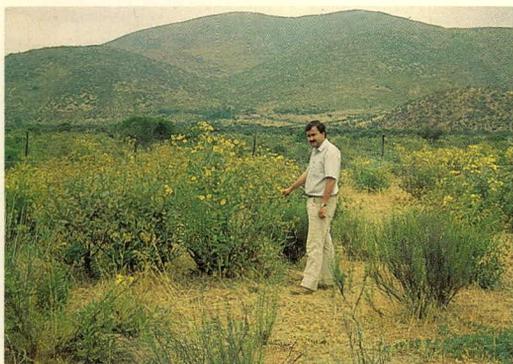


FOTO 13: Comunidad de *Flourensia thurifera* mostrando vigoroso rebrote luego de intensas lluvias. Esta vegetación fue totalmente talada 4 meses antes de la foto (Sector Las Cardas. 11/87).



FOTO 14: Extracción de leña de restos de una explotación de *Eucalyptus globulus* en las cercanías de Ovalle (1/88).



FOTO 15: Cultivo agrícola en ladera occidental de cerro costero. Sector Mantos de Hornillo. IV Región (1/88).

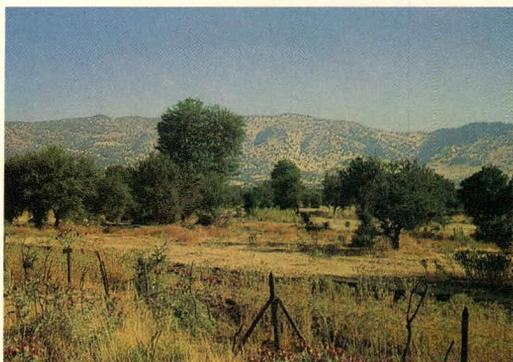


FOTO 16: Monte alto regular, estepario, de dos estratos *Prosopis chilensis* y *Acacia caven*. Sector Polpaico (1/88).



FOTO 17: Rodal de *Pinus radiata*, de 15 años de edad, obtenido mediante regeneración natural por tala rasa total. Sector Pichicuy límite Norte región mediterránea semiárida por la costa (1/88).

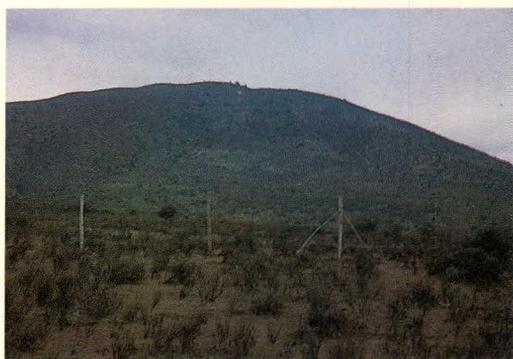


FOTO 18: Sector con ejemplares de *Quillaja saponaria* en la parte alta del cerro donde se realizó el estudio de regeneración natural. En media ladera está ubicado parte de un ensayo de forestación con la misma especie. En primer plano se observan ejemplares de *Gutierrezia paniculata* sin follaje, como respuesta a un año seco. Por la misma razón la estrata herbácea está ausente. (Sector Illapel). (14/5/86).



FOTO 19: Ambiente favorable para la regeneración de *Quillaja saponaria*, la cual se encuentra preferentemente ubicada bajo los arbustos y en los costados de las rocas. (Sector Illapel). (14/5/86).



FOTO 20: Regeneración de *Quillaja saponaria* bajo la protección de *Adesmia arborea*, la cual se encuentra sin follaje como respuesta a la sequía prolongada. (Sector Illapel) (14/5/86).



FOTO 21: Sector factible de aplicar el método del árbol semillero en *Quillaja saponaria*, pero la ausencia de estrata arbustiva debida a sobretalajeo por caprinos puede constituir una limitante. (Sector las Chilcas). (1/88).

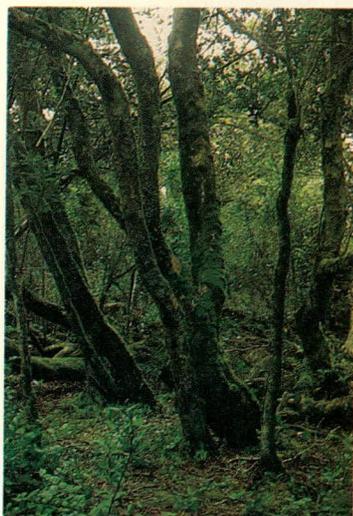


FOTO 22: Bosquete en fase de desmoronamiento en rodal de *Aextoxicon punctatum*, *Drimys winteri* y *Myrceugenia correaefolia* en bosque del Parque Nacional Fray-Jorge (1/88).

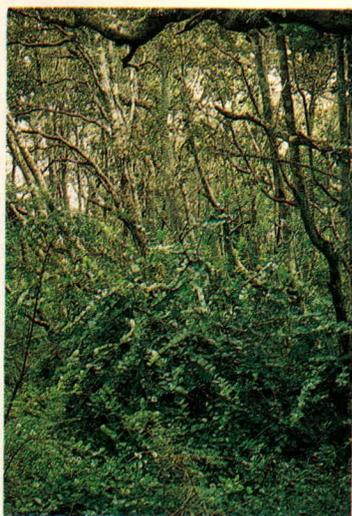


FOTO 23: Bosquete en fase de crecimiento óptimo en rodal de *Aextoxicon punctatum*, *Drimys winteri* y *Myrceugenia correaefolia* en bosque del Parque Nacional Fray-Jorge (1/88).



FOTO 24: Ejemplares de *Jubea chilensis* con altura inferior a la cual se produce estrechamiento del estípote. Cocalán (Gentileza de L. González).



FOTO 25: Ejemplares de *Jubea chilensis* productores de frutos. Cocalán. (Gentileza L. González).



FOTO 26: Monte bajo de *Eucalyptus globulus* al término de la rotación mostrando dos retoños por tocón obtenidos mediante raleos. Sector río Limarí. Ovalle. (1/88).



FOTO 27: Tocones de *Eucalyptus globulus* mostrando adecuada altura e inclinación de corte. Ello se obtiene mediante repaso de tocones altos con molosierra. Más atrás se ven tocones altos antes del repaso, tal como quedan luego de la explotación y, al fondo, la fisionomía de monte bajo regular. Sector río Limarí. Ovalle (1/88).



FOTO 28: Brotación de *Eucalyptus globulus* de cuatro meses de edad. Más atrás, a la derecha, se observa la típica fisionomía de monte bajo con esta especie. Sector Pichicuy (1/88).



FOTO 29: Estructura de monte medio abierto de *Quillaja saponaria* en la reserva y *Acacia cavem* y otras especies en el taller. Sector Papudo (2/3/87).



FOTO 30: Monte medio abierto de *Prosopis chilensis* - *Acacia cavem* con ganado ovino. Sector Polpaico. (21/1/87).



FOTO 31: Regeneración natural de *Atriplex nummularia* en las cercanías de un ejemplar. Plantación sector Huentelauquén, IV Región (8/83).



FOTO 32: Ambientes donde se realizó estudio de Azócar, d'Herber y Díaz (1988). El área cercada corresponde a una exclusión de *Bridgesia incisaefolia*, vallosa especie forrajera nativa. Sector Las Cerdas (23/1/87).



FOTO 33: Comunidad de *Bridgesia incisaefolia* y *Caesalpine angulicaulis* en ladera de exposición Norte. Sector Quebrada Las Mollacas. Reserva Nacional de Aucó. (22/12/86).

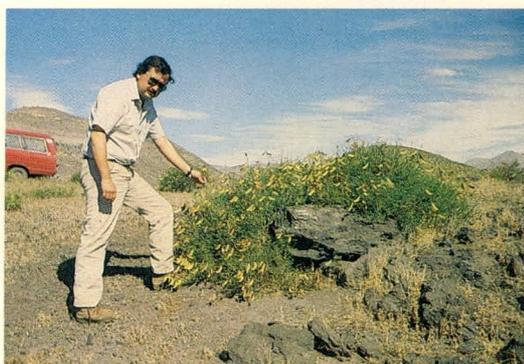


FOTO 34: Ejemplar de *Caesalpine angulicaulis* mostrando todos los componentes de su filomasa aérea. Sector Corral Quemado (11/87).



FOTO 35: Aspecto del varillar (*Adesmia bedwelli*). Sector Quebrada de las Vacas. Parque Nacional de Fray-Jorge (19/12/86).



FOTO 36: Ejemplar de *Adesmia bedwelli* afectado por incendio, mostrando rebrote posterior. Sector Parque Nacional de Fray-Jorge (19/12/86).



FOTO 37: Estructura de pradera con tres estratos: a) Terófitas. b) Nanofarenófitas (*Atriplex nummularia*). c) Bosquete de Microfarenófitas (*Acacia saligna*). Sector Agua Amarilla. IV Región (1/88).

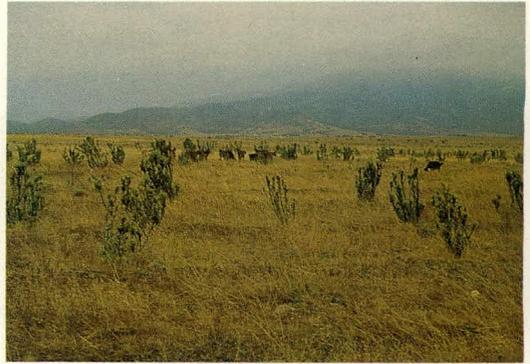


FOTO 38: Parcela con *Atriplex nummularia* siendo pastoreada en verano, correspondiente a la unidad de manejo de caprinos. Centro Ecológico de Los Vilos (INIA). (1/88).



FOTO 39: Parcela con *Atriplex nummularia* siendo pastoreada en verano, correspondiente a la unidad de manejo de ovinos. Centro Ecológico de Los Vilos (1/88).

LISTA DE DOCUMENTOS PUBLICADOS POR EL
PROYECTO CONAF/PNUD/FAO-CHI/83/017

DOCUMENTO DE TRABAJO N° 1. 1986.

José Alberto Pardos: "Un programa de mejoramiento genético en Prosopis tamarugo y Prosopis chilensis".

DOCUMENTO DE TRABAJO N° 2. 1986.

Alfonso Muñoz G. "Manual para la producción de plantas de eucalipto en macetas".

DOCUMENTO DE TRABAJO N° 3. 1986.

"Actas del Primer Seminario de Información Forestal Chilena"

DOCUMENTO DE TRABAJO N° 4. 1986.

"Evaluación de ensayos de introducción de especies vegetales en zonas áridas y semiáridas de Chile".

DOCUMENTO DE TRABAJO N° 5. 1986.

"Insectos que atacan tamarugo y algarrobo. Revisión bibliográfica".

DOCUMENTO DE TRABAJO N° 6. 1986.

Phoracantha semipunctata en plantaciones de Eucalyptus spp. Revisión bibliográfica.

DOCUMENTO DE TRABAJO N° 7. 1986.

Simposio internacional sobre avances en el cultivo de la jojoba (Simmondsia chinensis Link. Schneider).

DOCUMENTO DE TRABAJO N° 8. 1987.

Luis Faúndez Y., Gustavo Mieres U. Productividad forestal y forrajera en el Tipo Forestal Esclerófilo y Estepa de Acacia caven. Revisión bibliográfica.

DOCUMENTO DE TRABAJO N° 9. 1987.

Mario Peralta P., María Teresa Serra V. Caracterización del habitat de las especies del género Prosopis, en las provincias de Huasco y Copiapó. III Región, Chile.

DOCUMENTO DE TRABAJO N° 10. 1987.

Alvaro Rojas M., Juan Franco de la J.: El Sector Forestal y el Desarrollo Rural (I Encuentro Nacional).

- DOCUMENTO DE TRABAJO Nº 11. 1987.
R. Schlatter, R. Murúa, J. Oltremari: Diagnóstico de la situación actual en la fauna silvestre (Aves y Mamíferos) más característica que habita entre la II y VII Región Administrativa de Chile.
- DOCUMENTO DE TRABAJO Nº 12. 1987.
R. Schlatter, R. Murúa, J. Oltremari: Bibliografía seleccionada de aves y mamíferos silvestres que habitan entre la II y VII Región de Chile.
- DOCUMENTO DE TRABAJO Nº 13. 1988.
Manuel Contreras S.: Plan de desarrollo para la cuenca Chapiquiña.
- DOCUMENTO DE TRABAJO Nº 14. 1988.
José Antonio Prado D., Pedro Infante L., Manuel Arriagada, Sergio Aguirre A.: Funciones de biomasa para Siete Especies Arbustivas en la IV Región.
- DOCUMENTO DE TRABAJO Nº 15. 1988.
José Antonio Prado D., Pedro Infante L., Manuel Arriagada S., Sergio Aguirre A.: Aprovechamiento de la Biomasa en Zonas Áridas y Semiáridas.
- DOCUMENTO DE TRABAJO Nº 16. 1988.
Andrés Iroumé A., Jorge Gayoso A.: Metodología para determinar prioridades de manejo en cuencas hidrográficas.
- DOCUMENTO DE TRABAJO Nº 17. 1988.
Resumen de Conclusiones y Proyecciones del Programa de Investigación.
- DOCUMENTO DE TRABAJO Nº 18. 1988.
Gabriel Cogollor H., Miguel Poblete R., Gerardo Barria C.: "Las plagas y enfermedades que afectan Atriplex spp.
- DOCUMENTO DE TRABAJO Nº 19. 1988.
Gabriel Cogollor H., Miguel Poblete R., Gerardo Barria C.: Problemas fitosanitarios en algunas especies del Tipo Forestal Esclerófilo.
- DOCUMENTO DE TRABAJO Nº 20. 1988.
Gabriel Cogollor H., Juan Pablo Contreras R., Marcelo Navarro J.: Un estudio de control de Phoracantha semipunctata en plantaciones de Eucalipto.
- DOCUMENTO DE TRABAJO Nº 21. 1989.
Antonio Vita A.: Ecosistemas de Bosques y Matorrales Mediterráneos y sus tratamientos Silviculturales en Chile.