



Vº REUNION NACIONAL PARA EL ESTUDIO
DE LA ZONA ARIDA Y SEMIARIDA

1º ENCUENTRO DE LA ZONA ARIDA LATI-
NOAMERICANA.

MARCO DE DESARROLLO FORESTAL DE LA PROVINCIA
DE COQUIMBO
(ACTIVIDADES DE LA CORPORACION NACIONAL FORESTAL.)

ROLANDO RODRIGUEZ LEIVA
GUIDO SOTO ALVAREZ

LA SERENA, Noviembre 1974.
CHILE.



RESUMEN: 1.

SOTO, GUIDO Y RODRIGUEZ ROLANDO: "MARCO DE DESARROLLO FORESTAL DE LA PROVINCIA DE COQUIMBO- ACTIVIDADES DE LA CORPORACION NACIONAL FORESTAL (C.N.F.)"

Noviembre 1974, La Serena Chile

- 1.- Se hace una descripción climática, vegetacional y geológica de la Provincia de Coquimbo y además un análisis de la distribución poblacional.
- 2.- Se describen luego los objetivos y estrategias que persiguen los programas de reforestación a fin de poder cubrir necesidades como recuperación del ecosistema, mejoramiento y ampliación de áreas silvopastorales, adecuación de la repoblación a los programas de control de cuencas hidrográficas, etc.
Se hace una clasificación de los suelos forestales desde el punto de vista del objetivo del manejo que se requiere según su ubicación.
- 3.- Técnicas de reforestación. Se describen las técnicas de reforestación empleadas en las zonas áridas y semiáridas en el Norte Chico y se hace un análisis de rendimientos y de costos.
- 4.- Se describen por último algunas investigaciones que están por iniciarse respecto a introducción de especies y aprovechamiento de neblinas.

MARCO DE DESARROLLO FORESTAL DE LA PROVINCIA DE COQUIMBO

1.- ANTECEDENTES GENERALES:

1.1.- Localización: La provincia de Coquimbo se encuentra ubicada entre los paralelos 28° 30' y 32° 16' de la Latitud Sur y los meridianos 71° 45' y 70° 15' de la Longitud Oeste.

Ella se encuentra en esta dentro de lo que es caracterizado como Norte Chico, que tiene como límites los ríos Copiapó por el Norte y Aconcagua por el Sur y que obedeciendo a características de un "medio geográfico cuyo sello dominante es la aridez" (1).

1.2.- Clima: Aunque la región presenta cierta homogeneidad en el clima y una respuesta de la vegetación en general, uniforme, en cuanto a la densidad de la cubierta arbórea, especies, etc. que es un índice de complementación con el clima, los investigadores han encontrado una subdivisión climática para la provincia que es en sí interesantísima para el problema que nos preocupa.

En efecto, para la Provincia de Coquimbo es posible distinguir los siguientes tipos climáticos:

1.2.1.- Clima de desierto costero con nubosidad abundante:

Ha sido ubicado como una faja costera extendida desde Chañaral en la Provincia de Atacama hasta la quebrada de los Choros en la provincia de Coquimbo. La singularidad está dada por una secuencia de la nubosidad y la niebla nocturna que presenta una gran continuidad en el transcurso del año. La presencia de aire húmedo determina una humedad relativa media anual de 74% que varía de 66% en Enero a 78% en Julio.

El régimen de precipitaciones se caracteriza por su extrema variabilidad, en efecto, "los días que anualmente registran precipitaciones varía de 1-4" (1). La isoyeta que delimita esa región le otorga una precipitación de menos de 50 mm.

Por el régimen de temperaturas corresponde a una calificación de templada, por cuanto, todos los meses tienen un promedio entre 10 y 20°C. La oscilación media diaria es de solo 7,5°C.

1.2.2.- Clima de estepa con nubosidad abundante: Continúa desde

la quebrada de los Choros por el Norte hasta Zapallar en la provincia de Aconcagua por el Sur, una faja costera de ancho variable que es determinada por la topografía, representa un clima de estepa con nubosidad abundante caracterizado en lo fundamental por la presencia de una nubosidad nocturna y matinal.

La humedad relativa media anual es de 78 a 81% observándose variaciones no muy marcadas a lo largo del año.

Los montos de precipitación alcanzan a los 100 mm. por el Norte y los 200 mm. por el Sur.

El régimen térmico condicionado por la influencia del Océano Pacífico y la alta nubosidad, caracterizan esta faja como templada, ya que los promedios de temperatura son sobre los 10°C. durante todos los meses. La Media Anual es de 14,4°C. para La Serena.

1.2.3.- Clima de estepa Templada Marginal: Se ubica en los

de los ríos Elqui y Limarí, delimitados por las isoyetas de 100 y 200 mm. de precipitación anual.

Se caracteriza por un aumento moderado de las precipitaciones con respecto a los lugares anteriores y la relativa estabilidad anual de las temperaturas.

Entre Mayo y Agosto llueven 110 y 125 mm. de lluvia lo que representa 85 y 90% de la precipitación anual.

1.2.4.- Clima de Estepa Fría de Montaña: El resto de la

provincia desde la hoya del río Elqui hasta la hoya del Aconcagua por el Sur, está dominado por un clima de estepa fría de montaña, caracterizado por sumas anuales de precipitación que aumentan desde unos 100 mm. desde los 33° de Latitud Sur hasta más de 350 mm. por el Sur concentrados en el período invernal.

En la cabecera de los ríos que atraviesan de cordillera a mar se presentan precipitaciones de agua-nieve, que suele conservarse en los lugares que presenten exposición Sur.

El régimen de temperaturas está condicionado por la altitud presentándose una oscilación diaria superior a 10°C.

Entre 5 y 6 meses del año se tienen temperaturas medias anual de 10° a 15°C. presentando el resto del año temperaturas medias inferiores a 10°C. pero superiores a 0°C. observándose heladas ocasionales.

1.3.- Geología: Por el Norte y desde la costa hacia el este es posible encontrar terrazas que se disponen en órdenes de niveles escalonados. El origen de estas se remonta al llamado Terciario y el ámbito de estos depósitos cubre una superficie aproximada de 1.480 km.2. Enmarcando a las terrazas se encuentran rocas graníticas del mesozoico. Inmediatamente al Este se encuentran rocas sedimentarias marinas.

Hacia el interior del Valle del Elqui es posible distinguir rocas volcánicas andesíticas, basálticas y gneisofílicas. La actividad glacial se manifestó en el sector cordillero donde es posible encontrar vestigios en el corro de Doña Ana.

Continuando hacia el Sur en el Departamento de Ovalle, entre los paralelos 30° y 31° de Latitud Sur, se puede concluir que la región está constituida principalmente por rocas estratificadas e intrusivas mesozoicas, a excepción de la Cordillera de la Costa en la parte Occidental, donde afloran rocas metamórficas y graníticas paleozoicas.

Las rocas intrusivas de edad mesozoica consisten en diorita, granodiorita y tonalita. En la Cordillera de la Costa las rocas están constituidas por filitas y gneises fuertemente plegados e intruidos por granitos y tonalitas.

Hacia el Sur de la Provincia cabe manifestar que la Cordillera de la Costa se compone principalmente de diorita andina del cretáceo medio y la Cordillera de Los Andes formada por rocas ígneas del terciario medio y superior y los valles de rocas sedimentarias, encontrándose yacimientos lixiviables de nitratos sódicos y potásicos.

1.4.- Suelos: En general, estos suelos carecen prácticamente de perfil, excepto donde se han acumulado sedimentos aluviales, es decir, en los lechos de ríos. Sin embargo, es posible encontrar capas de terreno estratificadas bien definidas. En forma somera se presentarán grupos de suelos que a continuación se describen:

1.4.1.- Suelos Rojos Desérticos Típicos: Se manifiestan desde el límite Norte hasta La Serena. Se ven reducidos a expresiones litomórficas y regosólicas. La característica principal es la presencia de un hardpan calcáreo en el perfil.

1.4.2.- Suelos Pardos no Calcáricos: Se desarrollan desde las proximidades de Coquimbo hasta unos 150 km. al Sur, sin acercarse a la costa.

Son suelos neutros o ligeramente alcalinos de color pardo-amarillento.

Se observan una gran cantidad de afloramientos rocosos-graníticos, que por intemperización han producido abundantes fragmentos sobre la superficie.

1.4.3.- Suelos de Fondo de Valles y de Terrazas Bajo Riego:

Son suelos originados en los valles donde se desarrollan superficies agrícolas extensas, que es posible regar.

Los suelos de terrazas superiores se caracterizan por ser arcillosos, duros, debido a su fase de sedimentación final de los aluviones, bajo condiciones de escasa pendiente o a caracteres heredados de un paleoclima.

Los suelos de la parte inferior de uno de los valles (Elqui) corresponden a suelos establecidos sobre materiales de origen marino, acumulaciones de conchas, en los cuales se observan características originales.

1.4.4.- Suelos de Terrazas Altas Desprovistas de Cultivos:

Se trata de terrazas con topografía suave, cuyo subsuelo está constituido por aluvium derivado de rocas eruptivas neutras.

Sectores representativos de estos suelos se encuentran en los alrededores de Ovalle.

Es apto, cuando está sometido a riego, para cultivos de granos y pasto, ya que se observa buen drenaje y fertilidad.

1.4.5.- Suelos Pardo-Rojizos Costaneros: Se presentan como una franja costera desde el Norte de la Provincia hasta las inmediaciones de Coquimbo.

Presentan un horizonte A chermozónico para pasar a un horizonte B con acumulación cálcica.

1.4.6.- Suelos Pardo No-Calcinos: Estos suelos se originan en Coquimbo en contacto directo con los pardo-cálcicos a través de la depresión intermedia (entre la Cordillera de Los Andes y la Cordillera de la Costa) y hasta las proximidades del litoral para llegar hasta la provincia de Linares por el Sur. Corresponde a una zona de transición entre los suelos pardo cálcicos a los pardos no cálcicos.

Presentan un horizonte superior donde disminuyó la alcalinidad para tender a ser neutros.

Es de coloración parda, pero en donde las precipitaciones aumentan debido al relieve la coloración es reemplazada por una roja.

1.5.- Vegetación: La Provincia de Coquimbo por las asociaciones vegetales está enmarcada dentro de la zona xeromórfica en las cuales las distintas formas climax son jerales, matorrales y estepas. Al Sur de la Provincia está también representada débilmente asociaciones de la zona mesomórfica constituyendo así una zona de transición.

En algunos lugares es posible encontrar bosques higrofilos típicos de la Zona Sur del país, en donde la pluviometría alcanza los 2.500 mm. Ellas representan relictos de vegetaciones que datan de los periodos post-glaciales y que se mantienen debido a condiciones muy peculiares.

A continuación se describirán brevemente las distintas asociaciones vegetales representadas:

a) Jarales: Se extiende desde los 24° 30' por el Norte - hasta las inmediaciones de La Serena, ocupando los faldeos de la Cordillera de la Costa y planicies litorales; su aspecto es de un matorral abierto formado por especies arbustivas de 1 a 1,5 metros de altura, teniendo en el piso hierbas de la estación primaveral.

Las principales especies arbustivas son: *Salsola pedunculata*, *Euphorbia lactiflora*, *Skytanthus scutus*, *Oxalis gigantea*, *Ephedra andina*, etc. El estrato herbáceo se encuentra compuesto principalmente por *Frankenia*, *Tetragonia*, *Callandrina*, *Nicotiana* y otras.

b) Matorrales: Se ubican fundamentalmente en la depresión intermedia enmarcada por la Cordillera de la Costa y la Cordillera de Los Andes, ocupando además los faldeos bajos de ambas cordilleras. Está compuesto por especies arbustivas de un carácter marcadamente xerofítico.

Zonas estudiadas indican que la cobertura del suelo varía entre un 15 a 20% en los cerros, aumentando hasta un 30% en los quebradas y sectores bajos. Ello se explica por influencias entropógenas y sobrecarga de ganado especialmente caprino.

En las quebradas frontales hacia la costa, los matorrales pueden llegar a una formación arbustiva arboreescente incluso con especies arbóreas aisladas.

Todas las especies de este matorral presentan una reproducción agámica por lo que se ramifican rápidamente desde el suelo. Ocupando los interespacios de las especies que conforman los matorrales se encuentra un estrato herbáceo primaveral.

Las especies dominantes de los matorrales son *Porliera chilensis*, *Cassia coquimbensis*, *Cercus*, *Reichsa coquimbensis*, *Colliguaya odorifera*, *Oxalis gigantea*, *Proustia pungens*, *Lithraea caustica*, etc. El estrato herbáceo se encuentra conformado por *Stipa*, *Senecio*, *Selicornia*, *Viviana*, *Medicago*, etc.

c) Estepas: Al Sur de la provincia, a partir del río Lima - ri el jaral desértico y matorrales se empieza a reemplazar por la Estepa de *Acacia caven* que se prolonga hasta el río Laja por la parte media. El aspecto general es el de "una maraña más o menos abierta de árboles y arbustos espinudos, con una cubierta herbácea rica en hierbas de vivencia primaveral". (4)

Como es de suponer, la especie predominante de esta asociación vegetal es la *Acacia caven*, pero a su vez se encuentra asociado con arbustos como *Proustia pungens*, *Trovara trinervis*, *Colletia spinosa*, *Quillaje saponaria*, *Adesmia arborescens*, *Talguanea quinquinervis*, *Cestrum palqui*, *Peumus boldus*, *Lithraea caustica*, *Haplopusis* spp., etc.

El tapiz herbáceo está compuesto principalmente por gramíneas de los géneros *Stipa*, *Bromus*, *Nasella*, entre los cuales se mezclan *Godetia cavarillaesi*, *Anemone thacape-tala*, *Oxalis rosea*, *Oxalis* sp., *Geranium robertianum*, *Galium* - *oparine* y numerosas otras.

Hacia la costa es posible apreciar una Estepa Costera de arbustos y hierbas mesófitas que se extiende desde los 31° hasta los 34° de Latitud Sur.

Presenta un aspecto mucho más denso a la vez que el estrato herbáceo se presenta mucho más rico en su composición florística. Ello se explica por la presencia de una abundante neblina durante el transcurso del año, la cual al condensarse al chocar con las paredes de hojas y tallos de estas especies, logra una precipitación un poco más elevada en este sector.

Las especies predominantes son: Puya chilensis, Passiflora pinnaetipula, Puya coarctata, Fuchsia rosea, Cerica chilensis, Baccharis concava, Lithraea caustica, Calandrinia discolor, etc.

1.6.- Población: La población de la provincia de Coquimbo se encuentra distribuida en una superficie de 39 mil 889 Km² y concentrada fundamentalmente en las cuencas hidrográficas de Elqui, Limarí y Choapa.

En cuanto a la distribución espacial se presenta como sigue:

<u>Cuenca</u>	<u>Superficie</u>	<u>Población</u>	<u>Densidad</u>
Elqui	15.826	169.097	10,7
Limarí	13.760	109.539	8,0
Choapa	10.079	61.579	6,1

Población Urbano-Rural

<u>Cuenca</u>	<u>Total</u>	<u>%</u>	<u>Urbano</u>	<u>%</u>	<u>Rural</u>	<u>%</u>
Elqui	169.897	49,7	135.325	80,0	37.772	20,0
Limarí	109.537	32,2	47.009	42,9	62.530	51,1
Choapa	61.579	18,1	22.800	37,0	38.779	63,0
Total	340.215			60,3		39,7

Del cuadro es posible concluir que la población de la provincia alcanza al 3,8% del total de la población, con rasgos de evolución urbano rural debido a la actividad minera, y períodos de sequías prolongadas e inseguridad de riego, lo que provoca una emigración constante fundamentalmente a las ciudades más importantes como La Serena y Coquimbo, además de la Capital, Santiago.

Población Económicamente activa

	<u>Total</u>	<u>%</u>
Elqui	43.689	25,1
Limarí	27.016	24,7
Choapa	15.427	25,1
Total	86.132	25,3

El total en el país es de 2.624.017 lo que significa que el 20,5% está en condiciones de prestar fuerza de trabajo.

Las ramas preponderantes de la economía en que está inscrita la población en la provincia se indica a continuación:

	<u>Agricultura</u>		<u>Minería</u>		<u>Industria</u>		<u>Servicios</u>		<u>Características</u>
	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>	<u>Nº</u>	<u>%</u>	
Elqui	7.174	16,4	6.040	13,8	3.173	7,3	10.002	23,0	Serv. Agr.
Limarí	9.536	35,3	2.712	10,0	1.340	5,0	9.064	15,0	Agr. Serv.
Choapa	6.195	40,2	1.929	12,5	563	3,6	1.980	12,8	Agr. Serv.

Población Activa por Sectores de Actividad

<u>Total</u>	<u>% con respec</u>	<u>Tasa Crec.</u>	<u>Agríc.</u>	<u>Ind.</u>	<u>Minería</u>	<u>Const.</u>	<u>Serv.</u>
<u>to al País</u>	<u>to al País</u>	<u>Annual</u>	<u>31,7%</u>	<u>10,7%</u>	<u>6,6%</u>	<u>45,3%</u>	<u>45,3%</u>
98.200	3,3	0,2					

De las cifras expuestas podemos concluir en forma somera que si en el año 1960 la población de Coquimbo representaba el 4,2% de la población total, en el curso de 1970 representa el 3,7%. Ello implica que la población emigra hacia centros en que pueden tener mejores perspectivas de vida, o bien, un menor ritmo de crecimiento de la población en esta provincia. Sin embargo, es posible afirmar que se debe a la primera alternativo debido a que por una parte a un nivel inferior de vida corresponde una mayor tasa de crecimiento poblacional, y por otra, hubo hechos como la sequía, la peor de la historia, que evidentemente afectó la emigración desde zonas rurales o urbanas hacia otras regiones del país.

Por otra parte, el 31,7%, prácticamente un habitante de cada tres está incorporado como fuerza laboral en la actividad agropecuaria, lo que hace suponer a esta actividad como prioritaria en cuanto a la absorción de fuerza laboral.

2.- PROGRAMAS DE REPOBLACION FORESTAL.

2.1.- Objetivos: La repoblación forestal de la provincia de Coquimbo es necesario adecuarla a cinco objetivos esenciales que pueden enumerarse como sigue:

a. Recuperación de la cubierta vegetal: La denudación del suelo por el sobretalaje y explotación indiscriminada de la vegetación ha provocado una serie de alteraciones ecológicas. En sectores importantes se puede observar una degradación de las asociaciones vegetales. Donde antes existían praderas naturales mezcladas con vegetación arbustiva ahora solo prosperan las cactáceas. La fauna se ha reducido, o bien, sus proporciones de equilibrio se han alterado, provocando en algunos casos, trastornos importantes.

Se hace necesario entonces orientar los programas hacia la recuperación de las asociaciones originales a fin de restituir el equilibrio ecológico actualmente quebrado y en desarrollo regresivo.

Junto con lo anteriormente expuesto se pueden obtener otros beneficios, como ser:

- Protección del suelo contra los efectos de la erosión eólica e hídrica.
- Proporcionar al suelo materia orgánica y aumentar su porosidad facilitando la infiltración del agua.
- Disminuir la evaporación del agua del suelo. (8)

b. Ampliación de la disponibilidad de áreas con especies palatables, a fin de reducir o racionalizar la presión del ganado en la vegetación de los suelos ganaderos y forestales

La composición botánica de las praderas de la provincia originalmente era distinta a la que vemos actualmente, siendo su alteración más marcada en los subarbustos (por ejemplo *Atriplex repanda*).

Alrededor de principios de siglo la masa de bovinas y ovinas era proporcionalmente más alta que la actual respecto a la masa caprina. Actualmente estas proporciones se han alterado y prácticamente solo prosperan los caprinos. (5)

Esta situación se debe casi exclusivamente al mal manejo que el hombre le ha dado a las praderas.

Actualmente la gran mayoría de los terrenos de aptitud ganadera y forestal están degradados y pueden soportar una débil carga ganadera, de lo que se hace necesario iniciar planes masivos de repoblación con empastados y arbustos.

La vegetación natural original de la zona, bien manejada a través de una explotación silvopastoral, es a menudo la mejor utilización que se le puede dar a las tierras si se pretende conseguir rendimientos sostenidos y obtener el mayor valor potencial del suelo, sin que este decline.

c. Absorver, en parte, la demanda de productos forestales primarios: En Coquimbo existe una fuerte demanda por productos forestales primarios, como son puntales de minas, rodrigones para viñas, rollizos que se ocupan en la reducción de cobre en la gran minería, cajones para frutas, postes para cercos, etc.

Por ejemplo, para 1975 se está elaborando un proyecto para ampliar en 1.000 hás. las plantaciones de viñas. Para formar los parrones es necesario explotar alrededor de unas 130 hás. de eucalipto que no existen en la provincia y que necesariamente deben ser traídos, como la mayoría de estos productos desde la zona central del país repercutiendo fuertemente en los costos de implantación.

A fin de paliar en parte la demanda de estos productos es preciso reforestar terrenos forestales donde exista seguridad de agua, y que esta no sea ocupada en actividades agrícolas.

Los terrenos que se prestan mejor para estas inversiones se ubican en las cajas de los ríos, aguas abajo de las últimas bocatomas de los canales de riego. En estos sitios se han detectado crecimientos extraordinarios que rayan en los 50 mts. cúbicos/há./año (Dvolla).

d. Adacuación a los programas que se indiquen en los proyectos hidroológico-forestales (en elaboración): En la provincia existen en elaboración dos proyectos hidroológicos y un tercero por iniciarse próximamente. Ellos son:

- 1.- Proyecto de desarrollo forestal del cañón del río Elqui
- 2.- Proyecto tratamiento de los sectores de aporte de los embalses: Cogotí, Recoleta y Paloma
- 3.- Proyecto Protección Ciudad de Illapel.

En general, la repoblación forestal debe estar canalizada a restituir el equilibrio de Agua-Suelo-Vegetación. En puntos críticos como los arriba indicados y que se detallarán más adelante es de urgente necesidad de proteger inicialmente con obras civiles obras de infraestructura importantes como carreteras, puentes, embalses y ciudades, que como la de Illapel, se ven constantemente afectadas por aluviones en las temporadas invernales.

Luego de instaladas las obras civiles de protección, es necesario recurrir a la reposición vegetal como solución definitiva.

En las cuencas hidrográficas de las zonas podemos distinguir seis grandes grupos de suelos forestales, según el objetivo del manejo hidroológico-forestal que de ellos se persiga:

- Terrenos forestales en las cuencas de recepción: Dónde se debe en lo posible transportar el máximo de agua, limpia sin sedimentos. La vegetación debe ser de bajo consumo de agua.

- Terrenos forestales bajo canal (con riesgo). La vegetación no debe ser de alto consumo de agua pero sí productiva. Una solución puede ser el cultivo de olivos.

- Terrenos forestales sobre canal (secano). Se utilizan para explotación silvopastoral.

- Terrenos forestales margen superior del canal. El objetivo esencial es proteger las obras de regadío (canchales) de eventuales derrumbes y aportes de sedimentos, para evitar aterramientos.

- Terrenos forestales en la caja del río. Suelos por lo general pedregosos pero con buena disponibilidad de agua subterránea. Luego de las últimas bocatomas o aguas abajo de los embalses reguladores estos terrenos pueden reforzarse sin ninguna limitación. Su objetivo es netamente productivo y de protección de eventuales avenidas.

- Terrenos forestales ribereños. Son terrenos que deben destinarse exclusivamente a la protección y a enmarcar el eje corregido del cauce a fin de evitar daños a obras viales y terrenos agrícolas ribereños de alta productividad.

e. Incorporación al turismo de sectores marginados de esta actividad creando centros de camping y esparcimiento.

La actividad recreacional y turística en Coquimbo se encuentra concentrada preferentemente en el litoral, relegando a un lugar muy secundario el sector continental de por sí más deprimido económicamente a pesar de tener puntos interesantes desde el punto de vista arqueológico, histórico, económico, etc.

La idea es crear en estos lugares un marco más atractivo formando áreas recreacionales y centros de esparcimiento.

2.2.- Técnicas empleadas en Reforestación.

2.2.1. Descripción: Existen técnicas muy diversas para reforestar en zonas áridas o semiáridas y que, en general, se canalizan hacia un mejor aprovechamiento hídrico y a un mejoramiento de la capacidad de campo de los sitios.

La C.N.F. actualmente está practicando dos sistemas:

a) Plantación en casillas y plantas en bolsa. Se trata de la confección de hoyos de 30 x 30 x 30 cm. donde se remueve la tierra. Las plántulas vienen en un pan de tierra envueltas en bolsas de polietileno, que se plantan a un nivel inferior del suelo (5 cm.),

b) Plantación en surco y plantas en bolsa o a raíz desnuda. Consiste en hacer surcos con arado de vertedera - si se trata de cueros o caballos - o con arado de discos, si se cuenta con tractor y la pendiente lo permite.

Los surcos se hacen en curvas de nivel cada 3 ó 4 mts. donde las plántulas se plantan en el lomo del camellón que se forma con la tierra removida.

La densidad de plantación se determina plantando a 4 metros entre hilera y 2 metros sobre hilera; o bien, 3 x 3 mts.; o si no 3 mts. entre hilera y 1,6 mts. sobre hilera dependiendo esto de las pendientes y de la especie que se trate.

En el cercado se emplea alambre de malla liso para ganado menor (caprino y ovino). Además, en lugares donde existe abundante población de roedores se protegen las plántulas con latón perforado (desecho de fabricación de tapas de bebidas gaseosas).

En los sitios donde existen terrenos forestales bajo canal, y siempre que los predios no ocupen el total de agua asignada, las plantaciones se riegan hasta el segundo o tercer año. Esta práctica permite asegurar óptimos resultados de prendimiento y desarrollo de los individuos.

2.2.2. Resultados:

Existe una indiscutible y favorable respuesta en las plantaciones o las prácticas de preparación previa de suelos.

Los rendimientos de plantación en surcos permite además un ahorro en mano de obra equivalente a dos jornadas/há. respecto a las plantaciones corrientes.

El rendimiento y desarrollo posterior de las plantaciones en general nos permite muchas veces descartar los replantes y en cuanto al crecimiento es fácil obtener ganancias de 1 a 2 años con respecto a las plantaciones que no tienen preparación de suelos. Donde ha existido posibilidad de riego los crecimientos son aún más interesantes, llegando algunas a empinarse sobre los 2 metros al año de plantadas.

2.2.3. Costos y Rendimientos:

a) Plantación en casillas y plantas en bolsa.

Densidad de plantación 3 x 3 mts. (1.111 plantas/há.). (Costos en base a 30 hectáreas).

Insumos y/o Faenas	Rendimiento/Há.	Costos/Há. ₡	US\$ (+)
Plantas	1.200	90.000	66,91
Transporte	-	18.000	13,38
Cercos	330 m.	165.000	122,68
Cercado	3 jornadas	8.178	6,08
Limpia	2 jornadas	5.452	4,05
Hoyadura	10 jornadas	27.260	20,27
Plantación	12 jornadas	32.712	24,32
Defensas	1.200 unidades	90.000	66,91
Coloración defensas	8 jornadas	21.808	16,21
Riego	1 jornada	2.726	2,03
Replante	4 jornadas	10.904	8,11
Otros gastos (15% del valor total)		74.242	55,20
		542.951	406,15

(+) 1 US\$ = ₡ 1.345 (Dólar de importación).

b) Plantación en surco v raíz desnuda.

(Costos en base a 1.000 Há.). Densidad de plantación 2.000 plantas/Há.).

Insumos y/o Faenas	Rendimiento/Há.	Costos/Há. ₡	US\$
Plantas	2.500	100.000	74,40
Transportes	-	7.000	5,20
Cercos	20 m.	25.400	18,88
Cercado	0,6 jornada	1.636	1,22
Limpia preparación del suelo	3 jornadas	8.178	6,08
Replante	3 jornadas	8.178	6,08
Plantación	8 jornadas	21.808	16,21
Otros Gastos (15% del valor total)		25.770	19,20
		197.970	147,27

Es necesario hacer notar las siguientes consideraciones:

- Las técnicas arriba descritas se han efectuado en sectores bastante diferentes. La plantación en casilla se lleva a cabo en terrenos forestales bajo riego o en cajas de río, que son áreas generalmente pequeñas y con escasa pluviometría (130 mm. en promedio). De ahí que los costos por cercos son elevados.

Además en estos sectores se han detectado una alta población de roedores que hace necesaria la colocación de protecciones individuales. En todo caso los prendimientos (alrededor del 90%) y los crecimientos ya antes descritos hacen atractivas estas inversiones.

- Respecto a las repoblaciones con el sistema de curcos se han estado practicando en zonas más húmedas donde las especies que se emplean han probado ya su bondad y que pueden emplearse en forma masiva. Esta técnica aun no se lleva a la práctica en la provincia de Coquimbo sino que en Valparaíso (330.4 mm.), región semiárida y muy diferente a las condiciones que se dan más al norte.

2.2.4. Ensayos e Investigaciones:

Anteriormente se ha dicho del estado de deterioro que se encuentra la cubierta vegetal de la provincia y de los objetivos principales que tiene la Corporación.

El proceso de desertización en muchos casos está tan avanzado que incluso para las especies nativas se hace necesario realizar ensayos como si se trataran de exóticas.

Para la C.N.F. este es el gran desafío que debe superar, de tal manera de poder llevar adelante sus programas trazados.

Así, se está trabajando en conjunto con dos corporaciones en proyectos bien definidos:

a) Instituto Forestal - Parcelas experimentales de introducción de especies.

El Instituto Forestal, a través de su División Forestal y la Dirección de la II Zona de la C.N.F. han lanzado un proyecto conjunto a fin de instalar alrededor de 20 parcelas experimentales estratégicamente distribuidas, donde se realizarán estudios de prendimiento y desarrollo con especies nativas y exóticas con valor económico y que se ajusten a los proyectos de la C.N.F., de tal manera de poder realizar luego programas masivos de repoblación.

A su vez, se iniciarán estudios prácticos de clasificación de suelos forestales, control de cuencas, etc.

b) Universidad Técnica del Estado Sede La Serena - Cuantificación de Hidrometeoros.

La UTE por intermedio del Instituto de Investigaciones Hidrológicas llevará a cabo en algunos predios de la C.N.F., o donde esta tenga convenios de reforestación, estudios de cuantificación de hidrometeoros (neblina, rocío, etc.) y comparar los cambios que se experimenten con el crecimiento de la

vegetación. Para ello, la UFE instalará estaciones agrometeorológicas y la C.N.F. realizará repoblaciones y parcelas de exclusión para analizar la respuesta de la vegetación autóctona aislada del ganado.

3.- OTROS PROGRAMAS

3.1.- Programa de Hidrología Forestal y Corrección de Tormentas

La Corporación Nacional Forestal consciente que el 50% de las actividades están directamente relacionadas con la disponibilidad de agua. Agregando además que los sectores agropecuarios y mineros están sujetos a fuertes fluctuaciones de disponibilidades de agua debido a las características climáticas de la región, en la que se presentan períodos más o menos cíclicos de sequía, común a casi todas las zonas áridas.

De allí que nuestra Corporación debe tener como actividad central de cualquier iniciativa de desarrollo, un manejo adecuado y uso racional del suelo, rehabilitación de áreas degradadas, corrección torrencial, etc.

Es por ello que a continuación se describen 2 proyectos que se terminarán de elaborar a fines del presente año para su puesta en marcha durante 1975.

3.1.1. Tratamiento a los sectores de aportes a los Embalses Cogotí, Recoleta y Paloma.

La cuenca hidrográfica del Río Limerí se ubica en los paralelos ($30^{\circ} 15'$) y ($31^{\circ} 30'$) Latitud S. comprendiendo una superficie de 11.927 Km², siendo el río que presenta proporcionalmente el mayor volumen regulado del país, mediante los embalses: Recoleta (100 millones de m³), Cogotí (150 millones m³) y La Paloma (740 millones de m³).

La superficie cultivable suma un total de 42.336 Hás. (ODEPA). La superficie total bajo canal llega a 59.500 Hás. de las cuales se rigen normalmente 27.600 Hás. con 85% de seguridad de riego.

Pero además, es posible determinar algunos problemas cuya gravedad obligue a plantear soluciones a la brevedad posible. En efecto, un problema que se plantea en la zona deriva de la extensa red de canales existentes, del orden de 700 en los que se producen altas pérdidas por percolación y evaporación estimándose pérdidas de aproximadamente el 50%, en el recorrido de los canales, en razón a su estructura (labrados en tierra sin revestimiento).

El 50% que se recibe en los predios, sólo llegó al 30% la eficiencia de uso, en otras palabras deseamos significar que de cada 100 m³ que salen de un tranque, llegan 50 al predio de destino y de éstos se aprovechan 15 m³ en riego efectivo.

Por otra parte, el proceso de entarquinamiento progresivo de los embalses reguladores representa un deterioro grave para la disponibilidad de agua en la zona. Según cálculos

realizados en las curvas de capacidad del embalse Cogotí, se estima que hasta 1970 el volumen de sedimentos depositados asciende en 30 millones de m³, un millón de m³ por año con la consiguiente reducción de superficie susceptible a regar.

Si consideramos 10.000 m³/Há/año un buen promedio de riego para la zona, tenemos que: 1 millón m³ por año implica una pérdida de capacidad de riego para satisfacer 100 Há/año sólo en el área servida por el embalse Cogotí.

Por último, a nivel de cuencas existen aproximadamente 100.000 Há de cauces de ríos permanentes o temporales que son terrenos que no cumplen ninguna función productiva ni tampoco protectora, pero susceptible de ser incorporados a la actividad productiva mediante un tratamiento adecuado.

De allí que conscientes de nuestra responsabilidad hemos planteado una estrategia para el problema que a continuación se esboza:

- a) Aplicación y desarrollo de técnicas de manejo, conservación y rehabilitación de aquellas áreas que afectan directamente o indirecta la calidad y disponibilidad del agua.
- b) Aplicación de técnicas de corrección de torrentes a fin de evitar degradaciones intensas, que signifiquen aportes masivos de sedimentos, que van a colmatar los embalses disminuyendo su eficiencia y vida útil. Cabe también considerar la protección de la infraestructura vial.
- c) Incorporación de técnicas de conservación y aprovechamiento hídrico, como son construcción de terrazas y zanjas de infiltración que logran captar el agua de escurrimiento superficial, concentrándola y disminuyendo su poder erosivo. Esta concentración y posterior infiltración permite el desarrollo de cultivos más eficientes y una mayor provisión de agua, evitando una alta escorrentía y baja infiltración.
- d) Regulación del caudal de los ríos mediante manejo de la relación agua-suelo-vegetación, objetivos que logra la repoblación forestal en combinación con técnicas de corrección torrential.

Además se lograría la protección de riberas de ríos, que dice relación con la fijación de materiales aluviales frente a eventuales crecidas.

Además de estimular la formación de suelo, mediante el aporte de materia orgánica y la sedimentación de material transportado provocado por la disminución de la velocidad de las crecidas al encontrar un freno en la vegetación, se logrará por último la producción de productos forestales primarios como son rodrgones para viñas, postes de cercos, etc., en cantidad considerable, tendiendo a cubrir la demanda de la zona.

3.1.2. Desarrollo Hidrológico Forestal del Cajón del Río Elqui.

El río Elqui constituye una hoya hidrográfica que abarca 9.600 Km² de superficie y se ubica entre los paralelos (29° 15') y (30° 30') de latitud Sur.

El caudal del río Elqui se forma a través de los derretimientos de la nieve acumulada en la Alta Cordillera, el escurrimiento de las precipitaciones en forma de lluvia ocurridas en las hoyas de nivel menor, los afloramientos y vertientes que se producen a lo largo de su lecho y los derrames y sobranes devueltos al río por los canales de más arriba y que son distribuidos a los canales de las zonas bajas.

La mayor o menor importancia de cada uno de estos elementos en el caudal, depende de la época del año y así se tiene que en la época de lluvias, la baja temperatura impide el derretimiento de nieve, lo que hace que el escurrimiento sea principalmente de origen pluviométrico ocurriendo durante cortos períodos bruscos aumentos de caudal, a la inversa, a medida que la temperatura aumenta comienzan los deshielos que dan origen a las crecidas del río en los meses de Noviembre y Diciembre.

En esta última época cobra mayor importancia el escurrimiento de origen glacial puesto que el aporte fluvial ha decrecido, o es nulo.

La mayor parte de esta agua se canalizado y regulada por el Embalse La Laguna, numerosos escalones que existen río abajo, y por el sector del Río Claro, afluente del Elqui.

Por otra parte, la distribución de las precipitaciones y la forma en que el suelo las recibe, sin afectarse y regula esta agua caída dependerá de las condiciones de equilibrio en que se encuentran los factores de agua, suelo, vegetación. El mal uso del suelo y de la vegetación han roto este equilibrio provocando la aceleración del ciclo hidrológico.

Como consecuencia, cuando los índices de precipitación se elevan ligeramente sobre lo normal se producen avenidas en los torrentes de la cuenca de recepción y las crecidas,

del río provoca serios daños a tierras cultivables ribereñas y obras como caminos, puentes y bocatomas.

Otro problema es que prácticamente todos los recursos de agua de región se caracterizan por contener una elevada cantidad de sales en solución y en los períodos de alta fertilidad los que son degradados o desmejorados, factor que unido a la baja pluviometría determina una nueva intensidad de lavado de los materiales intemperizados o yacimientos naturales de muchos elementos que en cantidades relativamente bajas son esenciales en la vida vegetal, pero que cuando aumenta su concentración relativo se constituyen en factores limitantes o letales. Tal es el caso con las sales solubles de Na, K, Ca, Mg, Fe, etc., que se presentan en forma de cloruros, sulfatos, nitratos, bicarbonatos y otras sales complejas.

De allí que, este caso específico la estrategia o desarrollar se enmarcará dentro de los siguientes puntos:

- a) Estabilización del cauce del río mediante obras tales como espigones, diques marginales y mampostería de modo de modificar el eje hidráulico del río y lograr además la pendiente de compensación con esto se persigue evitar la formación de conos de deyección para reducir así la divagación del río y obtener el afianzamiento de las riberas a fin de disminuir al mínimo las inundaciones las carreteras, tierras de alta productividad, etc., Esto se combinará con un programa de recubrimiento vegetal del lecho mayor.
- b) Mejoramiento e incorporación de suelos, sin uso actual a la actividad reductiva mediante la repoblación forestal de terrenos que anteriormente fueron lecho de río y que en la actualidad no tienen uso alternativo.
- c) Creación de centros de esparcimiento y áreas de camping a orillas del río en varios puntos a lo largo del Valle, entre las ciudades de La Serena y Vicuña, mediante la reforestación o construcciones de infraestructura de carácter rústico y de bajo costo.

3.2.- Programa de Control Dunas

3.2.1. Antecedentes generales:

La provincia de Coquimbo cuenta con 4.200 Hás distribuidas en alrededor de 15 puntos, correspondiendo la mayor parte de ellas a dunas litorales.

Para enfrentar este problema nuestra Corporación eligió dos áreas de recuperación situadas ambas a los costados de la Carretera Panamericana Norte, puntos en los cuales los aportes de arena inutilizan periódicamente parte de la carretera, lo que obliga al Ministerio de Obras Públicas a desarrollar fuertes recursos financieros para habilitar la Carretera.

Las dunas corresponden a una de tipo longitudinal las cuales se disponen en dirección paralela a la dirección del viento y se organiza a sotavento del obstáculo. Entre los cordones longitudinales quedan algunas depresiones. En este tipo de dunas, es más notorio que otras la selección granulométrica con deposición de los granos más finos a sotavento y los gruesos a barlovento y en particular en la parte central y culminante de la acumulación.

De tal modo, al trabajo se enfrentó mediante la plantación de franjas de 15 mts., de ancho, distanciados en igual longitud, con la especie *Ammophila arenaria*. En los interespacios se dispuso la siembra directa de *Lupinus arboreus* previo ramaje de la semilla durante dos días.

La plantación se hizo en tresbolillo con una densidad de 120.000 clones por Há colocando 3 a 4 clones por punto. La plantación se inició en el mes de Junio (una vez que se registró la primera lluvia) para finalizarla en Agosto. Una vez llegada la primavera y siguieron los primeros brotes se fertilizó mediante la incorporación de salitre potásico al 14% en una dosis de 120 Kgs. por Há.

Por otra parte, a la orilla de la costa y en la Carretera se construyeron barreras de vegetales secos con una altura de 1,5 mts. con un ancho de dos metros.

3.2.2. Resultados.

Los resultados obtenidos han sido resplendecientes. En efecto, la introducción de la especie *Ammophila arenaria* que solo se utilizaba en zonas húmedas con precipitaciones de sobre 400 mm., ha logrado adaptarse a condiciones más rigurosas en lo que dice relación a la precipitación. (la precipitación donde están ubicadas las dunas en promedio alcanza a los 240 mm.). Es necesario hacer notar además, que el régimen pluviométrico llegó en esta temporada a un nivel del 70% de lo normal.

Por otra parte, los prendimientos alcanzados por la especie es del orden del 80% lo que permite asegurar un resultado satisfactorio en cuanto al recubrimiento vegetal de la superficie de la duna.

A partir de Diciembre se iniciaron controles periódicos que permitirán medir el volumen de material retenido por la cubierta vegetal.

B I B L I O G R A F I A

1. ANTONIOLETTI, R. Y OTROS Características climáticas del Norte Chico. IREN. 102 p. Santiago de Chile, 1972.
2. BORGEL, R. Las Dunas Litorales en Chile. Facultad de Filosofía y Educación-Universidad de Chile - 38 p. Santiago de Chile, 1963.
3. CONAF Documentos internos varios. La Serena, 1972 - 1973.
4. CORFO Geografía Económica de Chile. Talleres de Editorial Universitaria 120-131 pp. 232-243 pp. Santiago de Chile, 1965
5. GASTO, J. Y CONTRERAS, D. Panorama de las Praderas de Secano en el Sector Centro-Norte de la Región - Mediterránea de Chile. PLANDES Boletín especial Ediciones FORUM Publicidad 77 - 95 pp. Santiago de Chile, 1970.
6. COOR, A. Métodos de Plantación Forestal en Zonas Áridas. 265 p. F.A.O. ROMA, 1964
7. SCHNEIDER, H. El Clima del Norte Chico Universidad de Chile, Facultad de Filosofía y Educación. 132 p. Santiago de Chile, 1969
8. VITA, A. Posibilidades Forestales de las Zonas Áridas y Semiáridas de Chile. PLANDES Boletín Especial Ediciones FORUM Publicidad 97-107 pp. Santiago de Chile, 1970
8. WOODHOUSE, V. Y HANES, R. Dune Stabilization with Vegetation on the Outer Banks of North California. Department of Soil Science, University, Raleigh, N.C., 1966 50 p.

