

SEMINARIO :

**Nuevas
Especies Forestales
de Interés Económico
para Chile.**

PROGRAMA DEL INSTITUTO
FORESTAL SOBRE INTRODUCCION
DE NUEVAS ESPECIES.

PROGRAMA DEL INSTITUTO FORESTAL
SOBRE INTRODUCCION DE NUEVAS ESPECIES

José Antonio Prado D. *

A principios de la década de 1960 el Instituto Forestal; Organismo de investigación del Estado, filial de la Corporación de Fomento de la Producción, implementó, entre otras líneas de investigación, el Proyecto de Introducción de Nuevas Especies Forestales al país.

El objetivo de este Proyecto es la selección de especies apropiadas para la repoblación de grandes extensiones de terrenos de aptitud forestal que, carentes de bosques, se encuentran inproductivos y sometidos a los efectos de la erosión.

Tanto para las condiciones áridas y semiáridas que presentan las Regiones centrales del país, como para aquellas de alta pluviometría que caracterizan a las Regiones del Sur, resulta posible encontrar especies que, procedentes de sitios similares en otros lugares del mundo, pueden constituir un recurso económico y ecológicamente interesante al ser introducidas.

Desde el inicio del programa hasta ahora se han importado semillas y se han viverizado plantas de más de 160 especies, cuyos lugares de procedencia se han seleccionado de acuerdo a las condicio-

* Ingeniero Forestal
Jefe de la División Silvicultura del Instituto Forestal

nes propias de las distintas zonas del país en que se intentaría su introducción. Los principales géneros forestales que se están probando son : Eucaliptos, Pinus, Populus, Acacia, Cupressus y otros.

Se han instalado parcelas experimentales en casi una centena de diferentes lugares del país; distribuídas entre Coquimbo y Aisén. Estos ensayos son periódicamente visitados para efectuar las mediciones de control que permiten evaluar el desarrollo de las distintas especies en cada lugar.

La información obtenida se ordena en archivos y se procesa estadísticamente para obtener los resultados del Proyecto. Actualmente toda la información se está traspasando a cintas magnéticas y el procesamiento se realizará mediante procedimientos computacionales.

Cuando el programa de investigación se aproxima a los 20 años de actividad, se dispone de un considerable volumen de información y experiencia, y de positivos resultados con diversas especies en las distintas zonas del país.

Desde el año 1979 se ha contado con el apoyo del Proyecto "Investigación y Desarrollo Forestal" del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Gobierno de Chile. Mediante un financiamiento adicional aportado por dicho Proyecto se ha reestudiado la cobertura geográfica y ecológica de los ensayos existentes y se han delimitado, en términos generales, las zonas del país que estarían cubiertas por éstos.

Se determinó así la necesidad de establecer nuevas plantaciones experimentales, al delimitarse zonas de importancia para las

cuales no se disponía de información, o esta, debido a pérdida o destrucción de ensayos anteriores, era insuficiente.

Se seleccionaron especies y procedencias, se efectuó la importación de semillas y, en 1980, con la participación de los viveros de la Escuela de Ingeniería Forestal de la Universidad de Chile y de la Escuela de Técnicos Forestales de la Universidad Católica de Chile, Sede Maule, se inició la producción de plan - tas.

Durante la temporada 1981 se establecieron 18 nuevos ensayos, en zonas consideradas como no cubiertas anteriormente, se - gún sus condiciones generales de suelo y clima.

Los resultados obtenidos hasta ahora en parcelas de 10, 15 y más años de edad en distintos lugares del país, han permitido dar principio a etapas complementarias en la investigación sobre las especies introducidas. Es así como con especies de los géneros *Eucalyptus* y *Pinus*, con las cuales ya se han registrado buenos resultados, se han iniciado estudios en el área silvícola y en el área tecnológica.

Los estudios silvícolas requieren de plantaciones experi - mentales de mayor extensión, que permitan posteriormente efectuar intervenciones de manejo en ellas, por esta razón esta etapa de la investigación se está realizando con algunas empresas del sector privado que manifestaron su interés por estas experiencias. Se han importado las semillas y se están produciendo las plantas para ensayos masivos y ensayos de procedencias, con las especies de más alto crecimiento.

En lo que se refiere a las características tecnológicas y la posible utilización de las especies introducidas, se están estudiando las propiedades físicas y mecánicas asociadas en los laboratorios del Instituto Forestal. Hasta ahora se han estudiado 12 especies de entre aquellas de mayor crecimiento.

La misma toma de muestras de madera ha entregado material para que, en los laboratorios de Productos Forestales de la Universidad de Concepción, se establecieran las propiedades químicas y la aptitud pulpable de un número similar de especies.

Los resultados obtenidos en el área tecnológica son positivos, tanto en lo que se refiere a propiedades mecánicas como químicas.

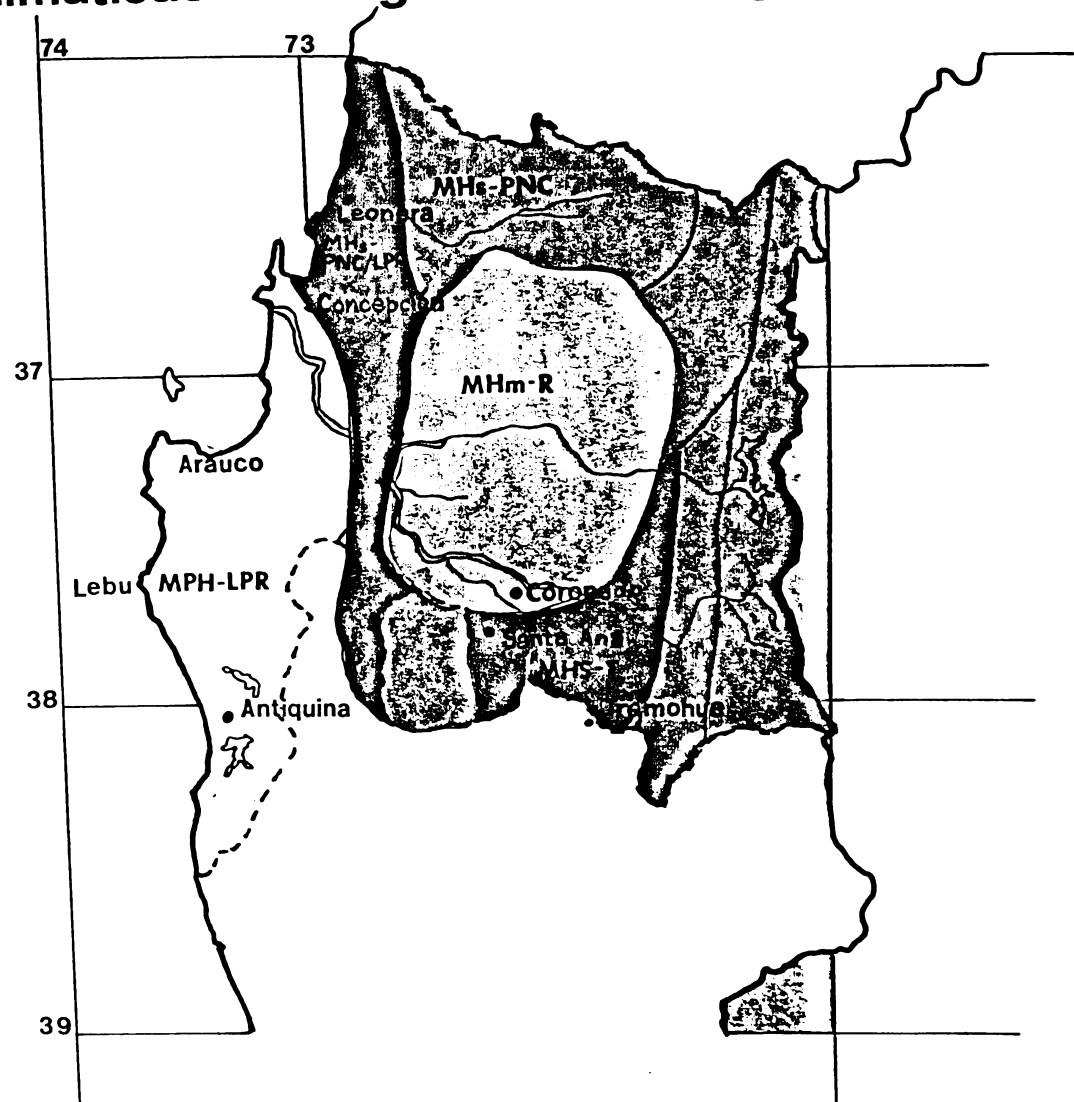
También dentro del campo de la utilización de la madera, se ha iniciado la entrega de muestras para debobinado a la Empresa Laminadora de Maderas S.A., que ha demostrado gran interés por la obtención de chapas de madera de algunas especies introducidas de rápido crecimiento.

En cuanto a la difusión de los resultados, el Proyecto ha generado numerosos Informes Técnicos y publicaciones, ha dado tema e información básica a tesis de grado, ha sido motivo de suplementos y artículos en publicaciones forestales; entregó tres completos informes al Proyecto "Investigación y Desarrollo Forestal" del PNUD, uno de ellos publicado por éste, y entrega informes anuales a la Gerencia de Desarrollo de CORFO, incluyéndose en los últimos dos años 9 Informes Técnicos.

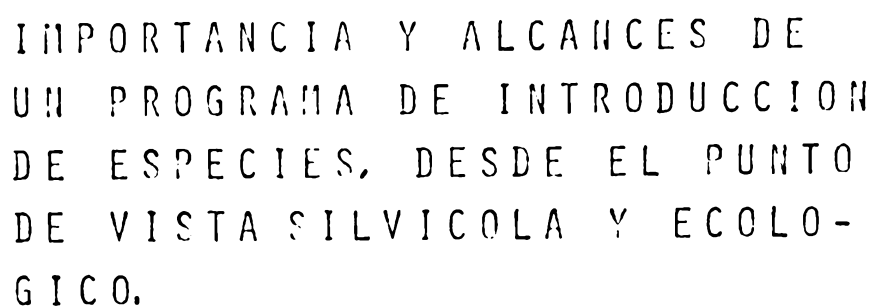
Finalmente, y también dentro del campo de la difusión, se están implementando Centros Demostrativos. El primero de ellos

se estableció en el predio Antiquina, VIII Región, en el cual se dispone de parcelas de introducción de especies y de otras experiencias silvícolas como ensayos de espaciamiento, procedencias y otros. El segundo centro demostrativo se estableció recientemente en el predio Los Riscos, en la X Región, y se espera durante el presente año implementar un tercer centro en la VI Región.

Unidades Edafoclimáticas Homogéneas VIII Región.



- Ensayos Analizados
- Unidades no incluidas en el Estudio



PRINCIPLES AND PRACTICE OF SPECIES INTRODUCTION
IN CHILE AND NEW ZEALAND

G.B. Sweet

Forest Research Institute
Private Bag, Rotorua, New Zealand

FOREWORD

This paper was written prior to the author visiting Chile, and some comments and recommendations will almost certainly require amendment when first-hand experience is gained.

INTRODUCTION

Some of the principles of species introduction are not universal. In the tropics they may differ from those in temperate latitudes which in turn may differ from those in very high latitudes. The forested parts of New Zealand and Chile however are of comparable latitude and climate and it is appropriate to examine them together.

WHY SEEK TO INTRODUCE NEW SPECIES?

New Zealand and Chile each discovered at an early stage the virtues of radiata pine. We in New Zealand at least, are convinced that there is no other general purpose exotic softwood that will grow so well on such a broad range of our sites. New Zealand's rationale for testing other species, and I suspect Chile's is 3-fold:

- (i) Foresters have been conditioned to regard a "monoculture" of a single species as constituting a forest health risk. We have been told that either we should diversify to reduce the risks, or we should have 'back up' species available so that if radiata pine does meet insect or disease problems we can transfer our planting smoothly to other species. When one considers the capital investment likely in forest processing plants alone (\$5 billion in the next 30 years in New Zealand) it would be irresponsible not to have back up species in case of problems with radiata pine. However, in New Zealand we have recently carefully reviewed the literature on the risks of monocultures (Bain, 1981; Chou, 1981; Whitehead, 1981). We find no evidence that either pure stands or even-aged stands are necessarily more susceptible to insect or disease than mixtures and the literature offers no real indication that species diversification would reduce the risks of plantation forestry. These findings are in fact matched by New Zealand experience in which previous attempts to diversify have failed.
- (ii) There is a need to have alternate species for sites which are outside the acceptable climatic range for radiata pine. The major climatic factor involved in New Zealand is low temperature, but in fact it is arguable whether sites which are too cold for radiata pine are really production forestry sites.
- (iii) Alternate species to radiata pine may be needed for the production of special purpose woods. In New Zealand this production has been historically met by native species, but with reduced supply of these, the planting of exotic species for specialty timbers is necessary.

WHAT ARE THE DEFICIENCIES IN MOST NEW SPECIES TESTED?

The "success stories" in the world in terms of forest tree species introduction are few, when the number of species tested is considered.

Failures result from:

- (a) Trees being killed by climatic factors (usually frost, cold or drought), or by pest or disease.
- (b) Trees growing very slowly on sites capable of supporting much faster growth. While this may be due to pest or disease, it is frequently due to strongly controlled internal growth patterns which evolved to ensure survival of the species in its native habitat.

WHAT AN UNDERSTANDING OF EVOLUTIONAL PROCESSES TELLS US

Darwinian evolutionary theory tells us that as a result of selection pressures, plants developed with a high capability to survive in the environment where they grew. In many temperate and higher latitude situations the environmental factors which threatened survival were low temperature and/or drought. Thus many forest tree species are "programmed" to grow actively only within the time of year when temperature and moisture availability are favourable. They are internally programmed for this by a program which itself is generally not affected by environment. Thus the first rule of species introduction is that species from harsh environments generally cannot take advantage of being placed in a more favourable environment. Examples of this from the

North American continent include high latitude coastal species (e.g. Sitka spruce from Alaska) and lower latitude inland species from dry sites (e.g. Pinus ponderosa from east of the Rocky Mountains).

The fact that trees evolved under pressures to survive, frequently means that evolution did not favour growth rate. There are exceptions however, and these are pioneer species coming into a site after fire, vulcanicity or other cause. A little consideration indicates that most (if not all) of the world's successful exotic tree species are pioneer species in their native environment. The converse, too, is equally easy to illustrate. For example it has long been an enigma to New Zealanders that our native conifers (of the family Podocarpaceae) grow so slowly in a climate and on soils which are capable of such very good tree growth. I believe the explanation is that the species developed ecologically as secondary species, their seeds being distributed into an existing vegetative cover by perching birds. Evolutional pressures have thus been firstly to survive as seedlings in a low light understorey situation, and secondly, many years later, to cope following emergence into full sunlight as a dominant canopy species. Nowhere in these pressures to survive has there been a requirement for fast growth.

CRITERIA FOR SPECIES SELECTION

The following questions should be asked about any potential species:

- (i) Does a part of the natural range of the species have climates which match our own climates?

- (ii) Has the species been successful as an exotic in other countries?

Very few species have all the attributes of successful exotics, and it is probable that by now we have discovered most of them.

- (iii) Is the species a pioneer or a species of secondary succession?

Does it grow in pure stands?

- (iv) Is the species opportunist or fixed in its growth patterns?

(compare e.g. Pinus radiata with a strictly monocyclic pine species).

- (v) Does the species grow close to or in association with some other species which is successful as an exotic in our country (e.g.

Douglas fir grows in close association with radiata pine at one of the native forests in California).

- (vi) Are there any serious pests/diseases of the species in the world which might also be serious in our country?

- (vii) Is the genetic base broad enough for safety (see disease problems with poplar cultivars for example)?

WHAT ARE THE CRITICAL FACTORS IN MATCHING CLIMATES FOR SPECIES SELECTION?

In a generally accepted order of importance these are:

- (i) Continental v. Insular climate. There are very few examples of successful transfer of species from interior continental situations to insular ones, or vice versa. Interior continental climates

are generally highly repeatable seasonally from year to year and the trees are adapted to this. In many parts of inland USA for example, the date of the first autumn or the last spring frost will not vary by more than 1 or 2 days from year to year. If the continental growing season is short, then the resultant low amount of annual growth will be maintained in any new environment, where the species is grown as an exotic. If it is longer, then the trees will frequently be frosted if grown as exotics in an insular climate where frosts can occur at any time of year. A good example is seen in the many conifer species brought out from inland China which were largely killed by frost in the generally much less severe climate of Kew in England.

- (ii) Latitude. It is a broad rule of species transfer that latitudes should be matched, at least approximately. The need to do this relates in part to the fact that daylength can act as a trigger to terminate seasonal growth. This seems to be more important with high latitude species than temperate ones and probably has little application with species from latitudes of less than 30°.
- (iii) Rainfall. It is important to try to match both total and seasonal moisture availability. Some of the major failures of species transfer have resulted from moving winter rainfall species into a summer rainfall environment. Disease problems can be severe under such a situation.
- (iv) Temperature. Pioneer tree species growing naturally in temperate to cold temperate climates normally have an active growing season which equates with the frost free period of the year. Length of

frost free growing season is a useful parameter to use in matching climates for species introduction.

- (v) Soils. There are few examples in the literature of tree species being adapted to grow on soils of specific chemical nature. More important in matching species requirement is the requirement for soil moisture and depth of soil.

CONSIDERATIONS FOR SPECIES TESTING

- (i) Some provenance testing is essential for any species with other than a very small natural distribution. Species trials which do not incorporate a limited amount of provenance testing, based on intelligent latitude and climate matching, are likely to be a waste of effort (see example from New Zealand testing of Sitka spruce).
- (ii) Before evaluating a species/provenance trial, it is important to know that establishment procedures were as good as possible. There are many examples where what was believed to be poor species suitability was in fact simply a result of poor establishment techniques (see for example coast redwood in New Zealand).
- (iii) Species/provenance trials must be established on a range of sites, because of possible provenance x site interactions. Examples are Larix and Douglas fir in New Zealand.

WHAT RISKS ARE INVOLVED IN EARLY ADOPTION OF SPECIES AND PROVENANCE TRIAL RESULTS BY MANAGEMENT?

Inevitably there are risks and they are not capable of being accurately defined. Three examples, one of continuity and two of change of interpretation are given:

- (i) Douglas fir provenance trials established in New Zealand in 1959 showed that growth in central North Island could be increased by a change of seed source. Twenty-two years later, this view remains unchanged. Following extended trials, plantings are now being made with the improved (Californian) seed source.
- (ii) Some of the earliest extensive forest tree species trials in the world were established at Wind River, Washington, USA. At age 10 years a number of exotic species out-performed Douglas fir; by age 20 years only 2 species did, and by age 30 it is suspected that none will.
- (iii) Eucalypts of the "blue gum" group (e.g. E. globulus, E. nitens) displayed very high growth rates in New Zealand prior to establishment and spread of the defoliating insect Paropsis charybdis. They are now not planted in New Zealand.

Mostly the decision to plant a species on a management scale is not based solely on species trials, but also on scattered older plantings (often single trees) around the country. Thus the decision to adopt a new species usually has more basis than a decision to change to a different provenance within a species.

CLIMATE COMPARISON - CHILE, NEW ZEALAND, COASTAL CALIFORNIA

The purpose in comparing Chile and New Zealand is to put in perspective our relative species trial experience. I have included coastal California in the comparison because I plan subsequently to examine what other species of potential importance for Chile grow in close association with the native stands of radiata pine.

TABLE: CLIMATIC COMPARISON OF NATIVE RADIATA PINE FOREST WITH EXOTIC PLANTATIONS IN CHILE AND NEW ZEALAND

Meteorological Stations

	<u>Latitude</u>	<u>Altitude (m)</u>
Ben Lomond (California)	37°05'N	473.6
Concepcion (Chile)	36°50'S	0
Kaingaroa (New Zealand)	38°24'S	549

Climatic Data

	<u>Mean Precipitation (mm)</u>				
	<u>Winter</u>	<u>Spring</u>	<u>Summer</u>	<u>Autumn</u>	<u>Annual</u>
Ben Lomond	870	363	14	216	1463
Concepcion *	634	225	78	363	1300
Kaingaroa	396	364	361	354	1475

	<u>Mean Temperature (°C)</u>				
	<u>Winter</u>	<u>Spring</u>	<u>Summer</u>	<u>Autumn</u>	<u>Annual</u>
Ben Lomond	8.3	12.4	17.6	14.7	13.3
Concepcion*	8.0	12.2	17.3	12.5	12.5
Kaingaroa	5.4	9.6	14.8	10.8	10.2

	<u>Mean temperature Warmest month (°C)</u>	<u>Mean temperature Coldest month (°C)</u>	<u>Number of frost free days</u>
Ben Lomond	18.2	7.0	191
Concepcion*	19.0	7.5	?
Kaingaroa	15.2	5.0	182

* Data mainly from Scott, C.W. 1960. Pinus radiata. FAO Forestry and Forest Products Studies No. 14.

The figures in the Table indicate a very close match between the climate of Concepcion in Chile and that of a meteorological station at Ben Lomond, California, which is close to the higher elevation of the natural forest of radiata pine at Ano Nuevo. Kaingaroa in New Zealand, in contrast has a somewhat cooler climate but, much more importantly, it has its rainfall evenly spread through the year, in contrast to the very dry summer at Concepcion and Ben Lomond. (It should be noted, however, that rainfall in the native forests of radiata pine in California is supplemented by moisture from summer fogs).

COMPARISON OF SPECIES PLANTING RESULTS - NEW ZEALAND & CHILE

Since 1955 New Zealand has established a very wide range of species/provenance trials including more than 65 species (see Appendix): While Chile's trials are fewer and more recent, comparisons which can be made show much similarity of results.

Both countries have demonstrated a high capability to grow radiata pine, ash group eucalypts and poplars at rates which are generally fairly comparable.

New Zealand, having created a large resource of radiata pine by the mid-1930's became cautious and during the following 25 years diversified its species to quite a large extent with Pinus nigra, Pinus ponderosa, Pinus contorta, Douglas fir and European larch. Growth rates of those species in New Zealand appear broadly comparable with those in species trials in Chile. With the introduction of Dothistroma pini in the mid-1960's, P. nigra and P. ponderosa were heavily attacked and shown to

be unsuited for further planting. At about the same time Douglas fir growth began to decline, as it has in many parts of the world. This is always associated with a fungal disease which in the case of New Zealand was Phaeocryptopus gaeumanii. European larch is not in general favour and in very broad terms of conifers, New Zealand is left with radiata pine on sites where it can be grown, and Pinus contorta for sites which are too cold for P. radiata. Some Douglas fir, however, is still being planted.

Although the Ash group eucalypts are successful and are being increasingly planted, "Blue gums" (E. globulus, E. bicostata, E. maideni and E. nitens) are unacceptable in New Zealand because of severe defoliation by the Eucalypt Tortoise Beetle Paropsis charybdis, as well as a number of leaf spot diseases. This is a situation which Chile should probably study carefully before it considers increasing its commercial plantings of "Blue gum" species.

SOME NORTH AMERICAN SPECIES WHICH MAY NOT HAVE BEEN ADEQUATELY TESTED IN CHILE

As an example of the way the criteria given in this paper may be used to examine potential species for Chile from around the world, I have chosen to examine further the species that grow in association with radiata pine in the closely matching climate of coastal California.

Both Douglas fir and coast redwood (Sequoia sempervirens) grow in close association with radiata pine at Ano Nuevo, and both are pioneering species, often growing in pure stands.

- (i) Douglas fir: It is unlikely that the seed origins of Douglas fir tested in Chile have come from as far south as California. In New Zealand experience, provenances from coastal California grew considerably faster as seedlings than the seed sources (from Washington State) that we had been using. These growth differences have continued (although to a reduced degree) into adulthood. I believe there is a real prospect that the lack of vigour now found with Douglas fir in New Zealand and in Europe would not occur in the low summer rainfall climate of Chile, any more than it does in the natural forests of western North America with their dry summers. Thus, although Douglas fir has not so far looked particularly promising in Chile, I believe that a provenance trial of southern origins of coastal Douglas fir could be a very good investment.
- (ii) Coast redwood has not proved a satisfactory exotic in most parts of the world, having developed a reputation for being very selective about sites. Recent studies in New Zealand have shown this to result from an establishment problem and with this solved we now see coast redwood as an exotic species with considerable potential for New Zealand. In my view that potential also extends to Chile.

Sitka spruce (Picea sitchensis), lodgepole pine (Pinus contorta) and grand fir (Abies grandis) all grow to within one degree of latitude of the native stands of P. radiata, on the Californian coast. The first two species have been proven as exotics in plantation, and in my view warrant testing of appropriate provenances in Chile. Existing trials with P. contorta appear

quite promising. It is possible that the spruce aphid and the conifer spinning mite, which make the health of Sitka spruce unacceptable in New Zealand, would not constitute any more of a problem in the dry summers of Chile than in the native forests of California. To the best of my knowledge grand fir has not been a successful exotic anywhere in the world, but New Zealand experience offers hints of its capability to grow well in plantations. In my view it too warrants a small trial.

Pinus muricata has been quite well tested in Chile, but in view of the major provenance effects shown in New Zealand trials, it is necessary (if it has not already been done) to determine whether the Sonoma green and the Mendocino blue strains have been included in the Chilean tests.

Two other species well known for their timber also approach the latitude of the P. radiata stands, at the southern end of their range - Western hemlock (Tsuga heterophylla) and Western red cedar (Thuja plicata). In the native forests, however, these are not normally pioneering species growing in pure stands, and their record in species trials in New Zealand and other temperate countries would not recommend them very strongly for testing by Chile.

CONCLUSION

New Zealand's and other countries provenance/species trial results are progressively being published. Consideration of these, together with

an intelligent understanding of the climatic differences between countries, plus a clear understanding of the factors governing success of species as exotics should enable Chile to determine readily both the further species which are appropriate to test, and the provenances within species which should be examined. As a result of the work put in by other countries in the 1950s and 1960s it is no longer necessary for any country to test a very broad range of species for themselves. Prediction is possible of those with good potential.

REFERENCES

- Bain, J. 1981. Forest monocultures - how safe are they? An entomologist's view. NZ J. For. 26(1) 37-42.
- Chou, C.K.S. 1981. Monoculture, species diversification and disease hazards in forestry, NZ J. For. 26(1) 20-36.
- Whitehead, D. 1981. An ecological overview of plantation forestry. NZ J. For. 26(1) 14-19.

APPENDIX

Species	No. of Provenances Tested	No. of Sites Tested		Year(s) of Establishment
		Current	Abandoned	
<i>Abies amabilis</i>	4	-	2	1961
" <i>bracteata</i>	2	1	-	1962
" <i>concolor</i>	10	4	8	1959-1962
" <i>firma</i>	1	2	2	1959-1961
" <i>grandis</i>	9	4	18	1958-1962
" <i>magnifica</i>	8	4	6	1959-1962
" <i>nordmanniana</i>	1	1	3	1960-1961
" <i>procera</i>	6	4	4	1959-1962
" <i>religiosa</i>	6	3	9	1961, 1962, 1963, 68
" <i>rejari</i>	1	1	-	1968
<i>Acacia koa</i>	2	-	4	1954, 1961
" <i>melanoxydon</i>	3	1	3	1960
<i>Alnus rhombifolia</i>	1	2	1	1959
" <i>rubra</i>	4	2	2	1959
<i>Calocedrus decurrens</i>	4	5	11	1959, 1960, 1962
<i>Chamaecyparis thyoides</i>	3	3	6	1959, 1964, 1966
<i>Cunninghamia lanceolata</i>	1	3	-	1964, 1968
<i>Cupressocyparis leylandii</i> 5 clones		2	-	1981
<i>Cupressus lusitanica</i>	20	3	-	1962
<i>Eucalyptus andrewsii</i>	1	2	1	1977, 1978
" <i>botryoides</i>	1	5	1	1976
" <i>campanulata</i>	1	2	1	1977, 1978
" <i>cypellocarpa</i>	1	4	1	1977, 1978
" <i>dalrympleana</i>	3	5	-	1977, 1978
" <i>deanei</i>	2	5	-	1977, 1978
" <i>delegatensis</i>	98	7	-	1977, 1978
" <i>dendromorpha</i>	1	3	-	1977, 1978, 1981
" <i>dunnii</i>	1	9	1	1976, 1977, 1978
" <i>fastigata</i>	16	7	1	1977, 1978, 1979
" <i>fraxinoides</i>	3	4	1	1977, 1978
" <i>globulus</i>	5	3	1	1977, 1978
" <i>grandis</i>	3	5	1	1976
" <i>gunnii</i>	2	4	-	1977, 1978
" <i>johnstonii</i>	1	4	-	1977, 1978
" <i>nitens</i>	4	7	1	1978, 1979
" <i>obliqua</i>	8	4	1	1977-1978
" " <i>x regnans</i> 1		4	1	1977-1978
" <i>oreades</i>	2	4	1	1977-1978
" <i>pyrocarpa</i>	3	5	-	1976
"	6	-	2	1955, 1961
" <i>regnans</i>	36	7	1	1977, 1978
" <i>saligna</i>	19	8	1	1976
" <i>sieberi</i>	6	4	1	1977, 1978
" <i>stenostoma</i>	1	2	1	1977, 1978
" <i>triflora</i>	1	2	-	1977, 1978
" <i>viminalis</i>	8	4	1	1977, 1978

Species	No. of Provenances Tested	No. of Sites Tested		Year(s) of Establishment
		Current	Abandoned	
<i>Larix decidua</i>	34	10	12	1957-1961
" <i>eurolepis</i>	2	6	3	1959-1961
" <i>kaempferi</i>	15	8	13	1957-1961
<i>Liquidambar styraciflua</i>	1	1	3	1959
<i>Liriodendron tulipifera</i>	5	3	1	1963, 1964
<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	1	1	1	1956, 1958
<i>Nothofagus obliqua</i>	1	-	1	1956
" <i>procera</i>	1	1	1	1956, 1957
<i>Picea mariana</i>	4	-	1	1959
" <i>mexicana</i>	1	1	-	1968
" <i>omorika</i>	3	1	5	1961
" <i>pungens</i>	1	-	1	1961
" <i>rubens</i>	4	-	1	1959
" <i>sitchensis</i>	6	7	10	1959-1962
" "	15	8	1	1972
" <i>smithiana</i>	1	-	2	1964, 1966
<i>Pinus attenuata</i>	49	1	4	1955, 1961
" <i>ayacahuite</i>	10	12	4	1962, 1964, 1968
" <i>banksiana</i>	6	-	3	1955
" <i>brutia</i>	1	1	-	1964
" <i>caribaea</i> (var. <i>bahamensis</i>)		1	-	1956
" " (var. <i>hondurensis</i>)		1	-	1955
" <i>contorta</i>	54	10	8	1958-1961
" "	20	8	-	1971-1972
" <i>cooperi</i>	1	4	1	1968
" <i>densiflora</i>	1	-	2	1958, 1959
" <i>douglasiana</i>	5	11	1	1962, 1964, 1968
" <i>durangensis</i>	2	8	8	1959, 1962, 1968
" <i>echinata</i> x <i>taeda</i>	1	1	-	1955
" <i>elliottii</i>	31	2	1	1956, 1957
" <i>eldarica</i>	4	7	-	1981
" <i>engelmannii</i>	2	4	1	1968
" <i>greggii</i>	3	6	-	1963, 1968
" <i>hartweggii</i>	5	11	4	1964, 1968
" <i>herrerai</i>	1	1	-	1971
" <i>hondurensis</i>		1	-	1955
" <i>jeffreyi</i> (with <i>ponderosa</i>)	7	7	11	1961-1962
" <i>koraiensis</i>	1	3	1	1968
" <i>lambertiana</i>	8	4	3	1959, 1960, 1962
" <i>lawsoni</i>	2	7	-	1962-64, 1968
" <i>leiophylla</i>	4	6	-	1963, 1968
" <i>merkussii</i>		-	1	1955
" <i>massoniana</i>	1	4	-	1968
" <i>michoacana</i>	9	12	3	1959, 1962-64, 1968
" <i>montezumae</i>	15	12	6	1959-1964, 1968

Species	No. of Provanches Tested	No. of Sites Tested		Year(s) of Establishment
		Current	Abandoned	
<i>Pinus monticola</i>	6	3	4	1963-1965
" <i>muricata</i>	34	10	-	1972, 1973
" <i>nigra</i>	48	2	7	1956-1959
" <i>oocarpa</i>	2	3	6	1963, 1964, 1968
" <i>patula</i>	6	6	2	1962, 1963, 1968
" <i>pinaster</i>	47	4	4	1955
" <i>pringlei</i>	1	3	-	1968
" <i>ponderosa</i>	13	-	1	1929
" "	5	1	5	1955
" "	64	7	11	1960-62
" <i>pseudostrobus</i>	13	15	12	1956, 1959-64, 1968
" <i>resinosa</i>	7	-	5	1956
" <i>rudis</i>	3	6	1	1963, 1964, 1968
" <i>serotina</i>	1	3	3	1962-1963, 1965
" <i>strobus</i>	4	-	1	1955
" <i>strobus</i>	70	4	-	1970
" " (var. <i>chiapensis</i>)	2	-	1	1964
" <i>sylvestris</i>	5	-	5	1952-1956
" <i>taeda</i>	24	2	-	1955
" <i>taiwanensis</i>	1	5	2	1963
" <i>tenuifolia</i>	4	5	4	1959, 1968
" <i>teocote</i>	4	8	2	1959-1964, 1968
" <i>torreyana</i>		-	2	1961
" <i>virginiana</i>	1	3	2	1962, 1965
<i>Prunus serotina</i>	1	1	-	1962
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	53	6	4	1957-1958
" <i>macrocarpa</i>	30 + 2	12	10	1959-1961
" <i>macrocarpa</i>		3	-	1968
" "	18	11	3	1970-1972
" "		4	1	1974
" <i>macrolepis</i> & " <i>flahaulti</i>	2 (1 of each)	3	-	1967
<i>Quercus palustris</i>	1	-	2	1955
<i>Sequoia sempervirens</i>	9	1	-	1981
<i>Sequoiadendron giganteum</i>	15	5	-	1977, 1978
<i>Taxodium mucronatum</i>	1	-	2	1962
<i>Thuja plicata</i>	4	5	5	1959, 1962
<i>Tsuga heterophylla</i>	8	5	9	1957-1962
<i>Widdringtonia whitei</i>	-	-	2	1955



ALTERNATIVAS PARA LA FORES-
TACION EN LA ZONA CENTRAL
DE CHILE.

ALTERNATIVAS PARA LA FORESTACION EN LA ZONA CENTRAL DE CHILE

Santiago Barros A. *

1. INTRODUCCION

La zona semiárida templada que ocupa la parte central de Chile presenta grandes extensiones de terrenos, de aptitud forestal y forestal-ganadera, desprovistas de vegetación de importancia económica. Los suelos erosionados por la falta de una cubierta protectora y las formaciones naturales degradadas por la sobreexplotación, el excesivo pastoreo y los incendios, constituyen las principales características de la zona.

La repoblación artificial con especies nativas y exóticas es la forma más rápida de obtener una adecuada protección del suelo y de generar recursos económicos para la zona, pero las condiciones de semi-aridez imponen fuertes limitaciones a la forestación dadas, principalmente, por la escasa e irregular disponibilidad de agua y por la presencia de un prolongado período seco estival.

Bajo las condiciones indicadas adquiere una especial importancia el uso de técnicas adecuadas de viverización, preparación de suelos y plantación, y la selección cuidadosa de las especies a utilizar.

La selección de especies debe ser acorde a los objetivos de la repoblación y a las condiciones de suelo y clima de las áreas a forestar. Las especies deben adaptarse al sitio y tener características

* Ingeniero Forestal
Jefe Proyecto Introducción y Manejo de Nuevas Especies Forestales del Instituto Forestal.

tales que sean capaces de constituir un recurso económico, representado por leña, aceites esenciales, madera de infraestructura, postes, carbón, forraje, u otros productos de especial valor en zonas semiáridas, o madera aserrable, madera pulpable y otros, en aquellos sectores en que la disponibilidad de agua es menos crítica.

Actualmente el Instituto Forestal mantiene parcelas experimentales de Introducción de Especies Forestales en siete lugares dentro de esta zona, cubriéndose con éstos principalmente los sectores de Secano Costero de las Regiones V, VI y VII.

Este trabajo presenta los principales resultados obtenidos hasta ahora en la zona central del país.

2. OBJETIVOS

Los objetivos principales de este trabajo son :

- Determinar la respuesta al sitio de diferentes especies forestales, nativas y exóticas, en distintos lugares de la zona central del país.
- Delimitar en forma aproximada el área dentro de la cual los resultados obtenidos en cada ensayo tendrían mayor validez, de acuerdo a las características generales de suelo y clima.
- Entregar a los forestadores información básica sobre especies alternativas para la repoblación forestal en diferentes sectores de la zona central de Chile.

3. AREA DE ESTUDIO

3.1 Delimitación Geográfica y Superficie.

El área de estudio considerada en este trabajo cubre la zona central del país, entre los 32 y 36° L.S., incluyéndose por tanto las Regiones V, Metropolitana, VI y VII, que abarcan una superficie total de alrededor de 7,8 millones de hectáreas.

Actualmente dentro de esta área existen 187 mil hectáreas de bosques artificiales (Pinus radiata), 240 mil hectáreas de bosques naturales comerciales y una superficie superior a los 2,2 millones de hectáreas disponibles para la forestación (INFOR, 1981).

3.2 Descripción General.

3.2.1 Clima

De acuerdo a la Clasificación Bioclimática de Di Castri, seis Regiones Bioclimáticas están representadas dentro del área, estas son las Regiones Bioclimáticas Andina, Árida, Semiárida, Subhúmeda, Húmeda Septentrional y Húmeda Meridional.

La caracterización climática general indica que existe un período seco que oscila entre 10 meses en la parte Norte y 3 meses en la parte Sur. Las precipitaciones medias anuales son cercanas a los 200 mm en el extremo Norte, y alcanzan a alrededor de 1.300 mm en algunos sectores del extremo Sur, aunque en toda la zona se mantiene la condición de semiaridez impuesta por la irregular distribución de las lluvias, tanto dentro de cada año, como a través de los años.

Las temperaturas medias anuales registran valores de 12,5 a 14,5°C, pero los sectores de precordillera y cordillera andina presentan una situación especial, debido a que a la semiaridez, con prolongados períodos secos, se suman las heladas y las nieves invernales que constituyen una limitante más a la vida vegetal.

3.2.2 Suelos.

La Clasificación de los Grandes Grupos de Suelos de Chile de Roberts y Díaz entrega una caracterización general para cinco Grandes Grupos y algunos sectores No Explorados.

Los cinco Grandes Grupos corresponden a Suelos Pardo No Cálcidos, Pardo Forestales, Praderas Costaneras, Lateritas Pardo Rojizas y Trumaos, de Norte a Sur, y los sectores No Explorados se ubican en zonas cordilleranas de la parte Norte del área.

En lo que se refiere a suelos forestales dentro del área, el factor común es la degradación por erosión y la carencia de vegetación valiosa.

4. ZONIFICACION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO

Con el fin de determinar, en forma general, el área geográfica dentro de la cual los resultados de cada lugar de ensayo tendrían una relativa mayor validez, se ha efectuado una zonificación basada en las características generales de suelo y clima. Esta zonificación es el producto de la superposición cartográfica de la Clasificación Bioclimática de Di Castri y los Grandes Grupos de Suelos de Roberts y Díaz, mediante la cual se obtienen 13 unidades cartográficas dentro del área de estudio, que se han considerado climática y edáficamente homogéneas.

La zonificación general y la ubicación de las parcelas experimentales existentes, permiten establecer las zonas cubiertas por los ensayos y las necesidades de nuevos ensayos que aumenten la cobertura de este programa de investigación (Mapa adjunto).

5. UBICACION PARCELAS PERMANENTES

Entre los años 1962 y 1974, el Instituto Forestal estableció ensayos de Introducción de Especies Forestales en siete lugares dentro del área, seis de los cuales corresponden a sectores de secano costero y uno a secano interior.

A continuación se indica la ubicación geográfica de los lugares de ensayo y algunos antecedentes generales sobre cada lugar.

UBICACION Y DESCRIPCION GENERAL DE LOS ENSAYOS

Ensayo	Región	Comuna	Latitud S.	Longitud W.	Suelos GG	Clima RC	Precip. (mm/año)	P. seco (meses)	T° anual (°C)	Altitud (m s.n.m)
Longotoma	V	La Ligua	32°24'	71°23'	PC	MS	232	8	14,8	125
Floresta	RM	Melipilla	33°35'	71°00'	PNC	MS	402	8	14,2	390
Peñuelas	V	Valparaíso	33°10'	71°33'	PNC	MSh	660	7	14,4	220
Santa Marta	V	Casablanca	33°25'	71°25'	PNC	MSh	466	8	14,4	360
Colenguado	V	San Antonio	33°33'	71°32'	PNC	MSh	438	8	14,4	130
San Antonio de Petrel	VI	Pichilemu	34°28'	71°53'	PNC	MHS	756	7	13,5	120
Las Cañas	VII	Constitución	35°28'	72°29'	PC	MHS	990	5	13,9	60-120

GG : Gran Grupo, Roberts y Díaz, 1958.

RC : Región Bioclimática, Di Castri, 1975.

6. COBERTURA GEOGRAFICA DE LOS ENSAYOS

6.1 Unidades Cubiertas.

Los siete ensayos descritos cubren cinco unidades de acuerdo a la metodología general antes explicada. Indudablemente esta metodología, por ser de carácter general, presenta las limitaciones inherentes a las clasificaciones de suelo y clima que se han utilizado. Estas limitaciones están dadas por las variaciones internas que se producen dentro de cada unidad que pueden ser de importancia.

La zonificación podría ser afinada mediante la utilización de estudios edáficos y climáticos detallados, pero estos requieren de una gran cantidad de información, no siempre disponible. A lo anterior se debe agregar que una zonificación detallada conduciría a la necesidad de establecer un elevado número de ensayos, con el fin de obtener la cobertura de todas las unidades resultantes, cosa impracticable desde el punto de vista económico y dentro del marco de un programa de investigación que abarca prácticamente todo el país.

Las unidades que se consideran cubiertas, dentro del área de estudio definidas para este trabajo, comprenden los siguientes sectores : (1)

- (1) A las unidades se les ha dado el nombre de alguna ciudad o pueblo de importancia dentro de éstas.

- Zapallar : Ocupa la faja costera aproximadamente entre Pichidangui y Con-Con. Es una unidad pequeña que estaría cubierta por el ensayo ubicado en Longotoma, aunque en este caso no existiría una adecuada representatividad desde el punto de vista suelos, ya que las parcelas experimentales están sobre terrenos arenosos que corresponden a antiguas dunas.

- Santiago : Esta unidad, de gran extensión, ocupa principalmente sectores de secano costero en la V Región y gran parte del secano interior de la Región Metropolitana. El ensayo que cubre esta unidad se ubica en el predio Floresta, secano interior de la Región Metropolitana.

- Rapel-Talca : Esta extensa unidad cubre las zonas de secano costero de la VI Región y de la parte Sur de la V Región, incluyendo además grandes extensiones de terreno de secano interior en las Regiones Metropolitana, VI y VII. Dentro de la unidad, en el sector del secano costero de la V Región, se ubican los ensayos de Peñuelas, Santa Marta y Colenguado.

- Paredones : Unidad de menos extensión sobre sectores de secano costero en la VI y VII Región. La información disponible para esta zona proviene de las parcelas experimentales ubicadas en el predio San Antonio de Petrel.
- Constitución : Esta unidad ocupa una importante faja costera desde el Sur del Río Rapel, en la VI Región, hasta las cercanías de Cobquecura, en la VII Región. Dentro de la unidad se encuentran las parcelas experimentales establecidas en el predio Las Cañas.

6.2 Establecimiento de Nuevos Ensayos.

La ubicación de los ensayos y la delimitación de las unidades cubiertas, deja en evidencia que existen importantes unidades para las cuales no se dispone de información, como, por ejemplo, aquellas que se ubican sobre la precordillera andina a lo largo de las cuatro Regiones en estudio. También resulta notorio que en algunos casos las unidades que se han considerado cubiertas son demasiado extensas, por lo que se ha estimado conveniente y necesario instalar ensayos complementarios en éstas. Este último es el caso de las unidades Santiago y Rapel-Talca.

Por las razones expuestas, durante el presente año se inició el establecimiento de once nuevos ensayos en la zona central del país. .Estas parcelas experimentales, que tienen por objeto cubrir unidades que no lo están y mejorar la cobertura en otras,

se ubican en los siguientes sectores y lugares :

- La Ligua : Secano Costero, V Región
- Río Blanco : Cordillera, V Región
- Mar del Pacífico : Faja Costera S. V Región
- Chacabuco : Secano Interior Región Metropolitana
- Coya : Precordillera VI Región
- Termas del Flaco : Cordillera VI Región
- Potrero Grande : Precordillera VII Región
- Vichuquén : Secano Costero VII Región
- Pencahue : Secano Interior VII Región
- Cauquenes : Secano Interior VII Región
- Digua : Precordillera VII Región

7. RESULTADOS

En cada lugar de ensayo se han probado entre 20 y 40 especies. Los resultados se entregan resumidos incluyendo aquellas especies que han alcanzado los mayores niveles de crecimiento en cada lugar.

Los cuadros de resultados presentan las especies ordenadas en forma decreciente según el parámetro altura media, ya que se considera que esta es la variable que mejor refleja la respuesta de cada especie al sitio. Además las especies se han agrupado, mostrándose separadamente los resultados obtenidos con Eucalyptus, coníferas y otras.

En los puntos siguientes se entregan los resultados obtenidos en parcelas de 10 años de edad en los diferentes ensayos y, en algunos casos incluyen resultados correspondientes a parcelas de 15 años de edad.

LONGOTOMA V REGION

Parcelas de 15 años de edad

Especie	Altura (m)	D.A.P. (cm)	Supervi vencia (%)
Eucalyptus globulus ssp. globulus	16,3	20,0	52,7
Eucalyptus astringens	11,5	14,0	29,2
Eucalyptus sideroxylon	7,8	13,9	44,0
Eucalyptus behriana	6,7	8,5	81,3

Parcelas de 10 años de edad

Especie	Altura (m)	D.A.P. (cm)	Supervi vencia (%)
Eucalyptus globulus ssp. globulus	12,5	16,1	57,3
Eucalyptus cladocalyx	12,2	14,4	32,0
Eucalyptus citriodora	10,2	14,7	10,7
Eucalyptus astringens	8,8	9,8	68,0
Eucalyptus camaldulensis	7,5	11,0	92,0
Pinus radiata	10,3	17,9	24,0

FLORESTA REGION METROPOLITANA

Parcelas de 10 años de edad

Especie	Altura (m)	D.A.P. (cm)	Supervi vencia (%)
Eucalyptus cladocalyx	9,5	10,3	41,3
Eucalyptus camaldulensis	8,9	12,0	59,5
Eucalyptus globulus ssp. globulus	8,3	8,8	20,0
Eucalyptus astringens	4,0	6,7	29,3
Quillaja saponaria	1,5	-	55,6

PEÑUELAS V REGION
Parcelas de 10 años de edad

Especie	Altura (m)	D.A.P. (cm)	Supervi vencia (%)
Eucalyptus globulus ssp. globulus	9,8	15,5	44,0
Eucalyptus cinerea	8,8	13,8	100,0
Eucalyptus camaldulensis	8,1	13,8	79,4
Eucalyptus globulus ssp. bicostata	7,4	12,0	65,3
Eucalyptus resinifera	7,3	11,1	73,3
Pinus radiata	8,9	15,8	64,0
Quillaja saponaria	1,0	-	80,0
Quercus suber (SD)	1,2	-	61,9

(SD) Siembra directa en casillas

SANTA MARTA V REGION

Parcelas de 10 años de edad

Espece	Altura (m)	D.A.P. (cm)	Supervi vencia (%)
Eucalyptus globulus ssp. bicostata	11,4	12,3	77,3
Eucalyptus globulus ssp. globulus	11,1	11,6	72,7
Eucalyptus diversicolor	8,5	10,6	48,0
Eucalyptus camaldulensis	8,2	11,5	65,3
Eucalyptus gomphocephala	7,6	10,5	66,7
Eucalyptus resinifera	7,0	11,1	48,0
Pinus radiata	9,9	13,7	35,4
Quillaja saponaria	1,4	-	46,7

COLENGUADO V REGION

Parcelas de 15 años de edad

Especie	Altura (m)	D.A.P. (cm)	Supervi vencia (%)
Eucalyptus cladocalyx	13,5	11,9	85,3
Eucalyptus globulus ssp. globulus	13,4	11,2	72,0

Parcelas de 10 años de edad

Especie	Altura (m)	D.A.P. (cm)	Supervi vencia (%)
Eucalyptus globulus ssp. globulus	9,8	10,2	73,3
Eucalyptus cladocalyx	9,3	11,3	15,8
Eucalyptus diversicolor	8,5	9,7	65,3
Eucalyptus melliodora	7,8	11,6	20,0
Eucalyptus sideroxylon	7,7	10,5	94,7
Eucalyptus astringens	7,2	8,3	57,3
Eucalyptus gomphocephala	7,0	11,7	28,0
Pinus radiata	8,5	12,5	66,7

SAN ANTONIO DE PETREL VI REGION

Parcelas de 10 años de edad

Especie	Altura (m)	D.A.P. (cm)	Supervi vencia (%)
Eucalyptus regnans	19,7	13,9	85,3
Eucalyptus fastigata	17,1	14,0	77,3
Eucalyptus globulus ssp. globulus	16,0	12,2	82,7
Eucalyptus grandis x saligna	12,4	11,1	86,3
Eucalyptus nitens	11,3	13,4	81,1
Eucalyptus globulus ssp. maidenii	11,3	12,7	58,7
Eucalyptus obliqua	11,2	10,8	50,0
Eucalyptus grandis	10,0	10,1	86,7
Pinus radiata	12,2	13,1	76,0
Pinus contorta	6,2	7,2	66,3
Pinus nigra	5,4	9,6	13,3
Pinus coulteri	4,8	10,0	61,3
Pinus ponderosa	4,2	10,2	32,0
Pinus jeffreyii	3,8	8,2	38,7
Quillaja saponaria	0,7	-	74,7

LAS CAÑAS VII REGION

Parcelas de 15 años de edad

Especie	Altura (m)	D.A.P. (cm)	Supervi vencia (%)
Eucalyptus globulus ssp. maidenii	21,8	23,8	46,8
Eucalyptus globulus ssp. globulus	21,5	21,2	40,0
Eucalyptus globulus ssp. bicostata	17,9	17,8	54,7
Eucalyptus cornuta	11,2	14,8	12,8
Eucalyptus marginata	10,3	16,6	21,3
Eucalyptus obliqua	9,6	12,5	18,1
Pinus radiata	17,1	14,1	71,0
Pinus muricata	16,2	16,2	85,3
Pinus leiophylla	12,3	17,0	62,6
Pinus montezumae	7,5	12,6	27,3
Pinus ponderosa	6,9	8,5	90,0
Pseudotsuga menziesii	7,5	10,4	61,3
Cupressus arizonica	7,0	5,2	53,3

(continúa)

LAS CAÑAS VII REGION
Parcelas de 10 años de edad

Especie	Altura (m)	D.A.P. (cm)	Supervi vencia (%)
Eucalyptus regnans	19,7	16,8	56,0
Eucalyptus fastigata	16,0	15,2	69,3
Eucalyptus globulus ssp. globulus	13,3	11,3	66,7
Eucalyptus grandis	10,0	7,9	80,0
Eucalyptus melliodora	9,5	9,4	78,6
Eucalyptus nitens	9,5	8,7	33,3
Eucalyptus grandis x saligna	7,9	6,5	57,3
Eucalyptus saligna	7,5	8,6	18,6
Pinus radiata	10,2	12,1	54,0

8. DISCUSION Y CONCLUSIONES

8.1 Ensayo Longotoma, Unidad Zapallar.

Los resultados obtenidos en estas parcelas experimentales en la zona costera Norte de la V Región, permiten destacar el desarrollo de las especies Eucalyptus globulus ssp. globulus, Eucalyptus cladocalyx y Eucalyptus citriodora que registran un crecimiento anual en altura de más de 1 m. De interés también son los resultados que presenta Eucalyptus camaldulensis con un crecimiento algo menor, pero con una alta supervivencia.

Se han destacado las especies indicadas porque son las que potencialmente presentan un mayor valor económico, debido a su crecimiento y considerando la utilización que se les da en sus zonas de origen. Es así como se han estimado de interés los resultados obtenidos con Eucalyptus citriodora, pese a su baja supervivencia, ya que es una especie de alto valor comercial en Australia y los ejemplares sobrevivientes en estas parcelas experimentales han alcanzado un crecimiento satisfactorio y una excelente forma de fuste. (Apéndice, Antecedentes Generales de las Principales Especies del Género Eucalyptus Introducidas Experimentalmente en la Zona Central del País)

Las restantes especies que muestran los cuadros de resultados registran menor crecimiento y, desde el punto de vista de la utilización, son de menor interés aunque pueden generar recursos de valor para la zona, como leña, material para cercos, postes y otros productos. De éstas la más interesante es Eucalyptus sideroxylon que produce madera de cierta calidad para diferentes usos, y, al igual que Eucalyptus astringens, tiene importancia como recurso melífero.

Pinus radiata muestra un crecimiento ligeramente superior a 1 m anual en altura; pero tanto su forma como su sobrevivencia indican la presencia de un sitio marginal para la especie.

Debe considerarse como una cierta limitante para las posibilidades inmediatas de repoblación con Eucalyptus globulus ssp. globulus y Eucalyptus camaldulensis, la presencia en la zona central del insecto perforador Phoracantha semipunctata al cual ambas especies son susceptibles.

Los resultados obtenidos en estas parcelas experimentales acusan la necesidad de efectuar investigación complementaria al menos en dos aspectos. El primero de ellos se refiere al control de Phoracantha semipunctata, ya que no es predecible la situación que se podría producir si se instalaran plantaciones masivas con especies susceptibles a su ataque. El segundo aspecto interesante es la experimentación con diferentes procedencias de Eucalyptus citriodora, además de la investigación referente a viverización y métodos de plantación con esta especie que es delicada en su etapa inicial.

8.2 Ensayo Floresta, Unidad Santiago.

Los resultados de este ensayo en la Región Metropolitana, cercano a Santiago, en condiciones de secano interior, acusan menor desarrollo para las mismas especies del caso anterior. Este menor crecimiento se explica principalmente por la ausencia de la influencia marina.

Las especies Eucalyptus cladocalyx, Eucalyptus camaldulensis y Eucalyptus globulus ssp. globulus, alcanzan aquí crecimen

tos anuales en altura inferiores a 1 m, llegando Eucalyptus cladocalyx , que es la especie que registra el más alto desarrollo, a 9,5 m de altura a los 10 años de edad.

Sin embargo, en el secano interior de esta zona del país, obtener crecimientos anuales en altura de 0,8 a 1,0 m, con especies de interés económico, resulta de indudable relevancia, ya que la especie nativa que más se ha utilizado en repoblación forestal, Quillaja saponaria, ofrece como alternativa un crecimiento total de 1,5 m a los 10 años en este ensayo.

La especie Eucalyptus astringens, con un desarrollo bastante menor, podría tener importancia por su aptitud melífera y posiblemente en la producción de madera de usos menores.

8.3 Ensayos Peñuelas, Santa Marta y Colenguado, Unidad Rapel-Talca.

Los resultados obtenidos en estos tres lugares, ubicados en el secano de la costa de la V Región y que tienen una validez general para el secano interior hasta la VII Región, indican un incremento medio anual en altura superior a 0,7 m para 11 especies del género Eucalyptus con una alta supervivencia, a los 10 años de edad en la mayoría de los casos.

Destacan Eucalyptus globulus ssp. bicostata, Eucalyptus globulus ssp. globulus y Eucalyptus cladocalyx, que son las de más alto desarrollo con un crecimiento anual cercano a 1 m en altura.

Entre las especies restantes las más importantes son,

Eucalyptus diversicolor, Eucalyptus resinifera y Eucalyptus camaldulensis, que son de gran interés comercial en Australia por la calidad de su madera para distintos usos.

Las especies Eucalyptus cinerea, Eucalyptus melliodora, Eucalyptus sideroxylon, Eucalyptus gomphocephala y Eucalyptus astringens, son de interés para la obtención de diferentes productos menores y además, con la excepción de la primera, pueden constituir importantes recursos melíferos.

Pinus radiata presenta en estos lugares un crecimiento en altura algo inferior a aquel de los eucalyptus de más desarrollo y una buena supervivencia en los ensayos más cercanos a la costa.

Al igual que en las zonas anteriores, se debe considerar con cierta precaución, la posibilidad de repoblación con algunas especies susceptibles a Phoracantha semipunctata, ya que, además de las mencionadas anteriormente, Eucalyptus diversicolor y Eucalyptus gomphocephala también presentan susceptibilidad al ataque de este insecto perforador.

La especie nativa Quillaja saponaria muestra en estos ensayos un crecimiento total en 10 años, de 1 a 1,4 m de altura, con alta supervivencia en los lugares más próximos al océano.

8.4 Ensayo San Antonio de Petrel, Unidad Paredones.

En este ensayo ubicado en el secano de la costa de la VI Región, tres especies del género Eucalyptus superan ampliamente los niveles de crecimiento de Pinus radiata a los 10 años de edad. Estas son, Eucalyptus regnans, Eucalyptus fastigata y

Eucalyptus globulus ssp. globulus, con un incremento medio anual en altura de 2,0 m, 1,7 m y 1,6 m, respectivamente y una alta supervivencia. Pinus radiata, en tanto, registra un incremento de 1,2 m por año.

Crecimientos semejantes a los de Pinus radiata, tanto en altura como en diámetro, se observan en el híbrido Eucalyptus grandis x saligna y en Eucalyptus nitens y algo menores en Eucalyptus globulus ssp. maidenii, Eucalyptus obliqua y Eucalyptus grandis.

Todas las especies mencionadas crecen a razón de 1 m o más en promedio, por año.

Entre las pináceas probadas en este ensayo, Pinus contorta y Pinus coulteri presentan una supervivencia satisfactoria, pero su desarrollo corresponde al 50% o menos que Pinus radiata.

De gran importancia son los resultados obtenidos con Eucalyptus regnans, ya que en su zona de origen, en los Estados de Victoria y Tasmania en Australia, es una especie de gran interés comercial que produce madera de excelente calidad para variados usos.

Eucalyptus fastigata es una especie de interés comercial medio en Australia, su madera es apta y fácil de trabajar para diferentes usos y Eucalyptus globulus ssp. globulus ya ha sido destacado anteriormente como de gran interés comercial.

Las especies restantes, Eucalyptus obliqua y Eucalyptus grandis, también son de importancia en sus zonas de origen por la calidad y variedad de uso de su madera.

8.5 Ensayo Las Cañas, Unidad Constitución.

En estas parcelas ubicadas en la zona costera de la VII Región los resultados son bastante similares a los obtenidos en la zona anterior.

Eucalyptus regnans, Eucalyptus fastigata y las subespecies de Eucalyptus globulus, superan el desarrollo de Pinus radiata y ya ha sido destacada la importancia del recurso que podrían constituir.

Entre las coníferas las especies Pinus muricata y Pinus leiophylla alcanzan un interesante desarrollo y, con una alta supervivencia a los 15 años de edad, registran una altura menor que Pinus radiata, pero lo aventajan en diámetro.

9. CONCLUSIONES GENERALES

De acuerdo a los objetivos que la repoblación forestal persiga en los distintos sectores de la zona central del país, podrán incluirse en los planes distintas especies en cada sector.

Si el objetivo es la producción de madera podrían ser usadas las siguientes especies, según sector :

En áreas de secano costero e interior de las Regiones V y Metropolitana, las especies Eucalyptus camaldulensis, Eucalyptus cladocalyx y Eucalyptus globulus ssp. globulus, pueden crecer entre 0,8 y 1,2 m en altura por año y ofrecer una satisfactoria supervivencia, si se emplean métodos de viverización y plantación adecuados. Son especies que rebrotan muy bien de tocón y en segunda rotación pueden ser manejadas como monte bajo.

En áreas de secano interior de las Regiones VI y VII y en la parte Sur del secano costero de la V Región, pueden ser utilizadas en la repoblación al menos 6 especies del género Eucalyptus, obteniéndose una supervivencia adecuada y crecimientos anuales en altura de 0,7 a 1,0 m, de acuerdo a las condiciones de cada lugar. Entre estas especies destacan Eucalyptus globulus ssp. globulus, Eucalyptus globulus ssp. bicostata, Eucalyptus diversicolor y Eucalyptus resinifera.

En áreas de secano costero de las Regiones VI y VII al menos 9 especies pueden ser incluidas en planes de repoblación, pudiéndose obtener con éstas una supervivencia satisfactoria y un crecimiento medio en altura de 0,8 a 2,0 m por año. Entre estas especies las más importantes son Eucalyptus regnans, Eucalyptus fastigata, y las subespecies de Eucalyptus globulus, con crecimientos de 1,5 a 2,0 m anuales.

Estas conclusiones generales serían válidas para suelos que no presentan limitaciones fuertes en lo que se refiere a los factores edáficos de mayor incidencia en el sitio. En suelos de condiciones de textura, reacción y profundidad moderadas el desarrollo de las especies deberá ser semejante al que registran en los lugares de ensayo.

Si el objetivo de la repoblación es la producción de madera para pulpa, de recursos apícolas, u otros, entre las especies que han dado buenos resultados en cada sector, se pueden seleccionar aquellas indicadas para las utilizaciones específicas (Apéndice).

RESUMEN DE RESULTADOS
Crecimiento medio anual en altura
(Parcelas de 10 y 15 años de edad)
Según Unidad y Especie (m)

Especie	UNIDAD				
	Zapallar	Santiago	Rapel-Talca	Paredones	Constitución
Eucalyptus astringens	0,9	0,4	0,7		
Eucalyptus behriana	0,5				
Eucalyptus camaldulensis	0,8	0,9	0,8		
Eucalyptus citriodora	1,0				
Eucalyptus cinerea			0,9		
Eucalyptus cladocalyx	1,2	1,0	0,9		
Eucalyptus diversicolor			0,9		
Eucalyptus fastigata				1,7	1,6
Eucalyptus globulus ssp. bicostata			0,9		1,2
Eucalyptus globulus ssp. globulus	1,2	0,8	1,0	1,6	1,5
Eucalyptus globulus ssp. maidenii				1,1	1,5
Eucalyptus gomphocephala			0,7		
Eucalyptus grandis				1,0	1,0
Eucalyptus grandis saligna				1,2	0,8
Eucalyptus melliodora			0,8		
Eucalyptus nitens				1,1	1,0
Eucalyptus obliqua				1,1	0,6
Eucalyptus regnans				2,0	2,0
Eucalyptus resinifera			0,7		
Eucalyptus sideroxylon	0,5		0,8		
Pinus leiophylla					0,8
Pinus muricata					1,0
Pinus radiata			0,9	1,2	1,1

10. BIBLIOGRAFIA

1. DE LA LAMA, 1976. Atlas del Eucalyptus. Tomos I y II. INIA - ICONA, Sevilla, España.
2. DI CASTRI. 1975. Esbozo Ecológico de Chile. Ministerio de Educación. Santiago, Chile.
3. HALL, JOHNSTON, CHIPPENDALE. 1970. Forest Trees of Australia. Australian Government Publishing Service, Canberra, Australia.
4. HILLIS Y BROWN. 1978. Eucalyptus for Wood Production, CSIRO, Australia.
5. INSTITUTO FORESTAL. 1981. Estadísticas Forestales 1980, Serie Informática N° 1, Santiago, Chile.
6. INSTITUTO FORESTAL Y FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES, UNIVERSIDAD DE CHILE. 1979. Informe I "Situación Actual de los Programas de Introducción de Especies Forestales en Chile". Entregado a Proyecto FAO/CHI-76, Investigación y Desarrollo Forestal. Santiago, Chile.
7. INSTITUTO FORESTAL Y FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES, UNIVERSIDAD DE CHILE. 1979. Informe II "Áreas Cubiertas con Ensayos de Introducción de Especies y Ubicación de Nuevas Experiencias. Entregado a Proyecto FAO/CHI-76, Investigación y Desarrollo Forestal. Santiago, Chile.

APENDICE

Antecedentes Generales de las Principales Especies del Género *Eucalyptus* Introducidas Experimentalmente en la Zona Central del País.

Se ha estimado conveniente entregar una pequeña reseña con antecedentes generales referentes a la distribución geográfica, crecimiento y utilización en Australia, de las principales especies del género *Eucalyptus* que aparecen en este trabajo. Se espera que esto permita visualizar la importancia relativa de las diferentes especies en sus zonas de procedencia.

Eucalyptus astringens.

Forma	: Fuste recto, 9 a 30 m de altura y hasta 1 m de diámetro.
Latitud S.	: 32,5 a 34,5°, Altitud : 270 - 400 m s.n.m.
Plasticidad	: Al frío y a la sequía
Precipitación	: 270 - 400 mm/año
Rebrote	: No
Interés apícola	: Mucho. Floración octubre - noviembre
Utilización	: Carpintería, traviesas y postes
Interés comercial	: Bajo

Eucalyptus camaldulensis.

Forma	: Fuste recto en masas, 9 - 50 m de altura y hasta 2 m de diámetro.
Latitud	: 11 a 39°, Altitud : 0 - 600 m s.n.m.

Plasticidad : Grande al frío, calor y aridez
 Precipitación : 225 - 645 mm/año
 Rebrote : Muy bueno
 Interés apícola : Mucho, Floración casi permanente
 Utilización : Celulosa, tableros, carpintería y ebanistería, traviesas, postes, minería, parquet, cortavientos, etc.
 Interés comercial : Alto
 (susceptible a Phoracantha semipunctata)

Eucalyptus citriodora.

Forma : Fuste excelente forma, 21 - 40 m de altura y hasta 1,2 m de diámetro.
 Latitud S. : 15,5 - 20 - 25°, Altitud : 0 - 600 m s.n.m.
 Plasticidad : Bastante al calor
 Precipitación : 635 - 1.016 mm/año
 Rebrote : Muy bueno
 Interés apícola : -
 Utilización : Celulosa, tableros aglomerados, ebanistería y carpintería, traviesas, postes, minería, construcción, aceites esenciales.
 Interés comercial : Alto

Eucalyptus cinerea.

Forma : Fuste no siempre recto, 10 - 20 m de altura.
 Latitud S. : 33 - 37°, Altitud : 150 - 1.100 m s.n.m.
 Plasticidad : Grande al frío, calor y aridez
 Precipitación : 625 - 1.250 mm/año

Rebrote : -
 Interés apícola : Bajo
 Utilización : Poco conocido, excepto usos ornamentales y cortinas cortavientos.

Eucalyptus cladocalyx.

Forma : El fuste puede ser columnar y alcanzar alturas de 9 - 40 m, con un diámetro de hasta 1,5 m.
 Latitud S. : 32 - 36°, Altitud : 30 - 600 m s.n.m.
 Plasticidad : Grande a aridez, sequía y calor. Escasa al frío.
 Precipitación : 381 - 635 mm/año
 Rebrote : Muy bueno
 Interés apícola : Mucho. Floración enero a febrero
 Utilización : Tableros aglomerados, carpintería, traviesas y postes, construcción y construcción naval.
 Interés comercial : medio

Eucalyptus diversicolor.

Forma : Fuste recto. 45 - 80 m de altura
 Latitud S. : 34 - 35°, Altitud : 0 - 300 m s.n.m.
 Plasticidad : -
 Precipitación : 1.200 - 1.600 mm/año
 Rebrote : Bueno
 Interés apícola : Mucho. Floración mayo a diciembre
 Utilización : Celulosa, contrachapados, tableros aglomerados, ebanistería y carpintería, traviesas y postes, pilotes, cortavientos, etc.
 Interés comercial : Mucho
 (susceptible a Phoracantha semipunctata)

Eucalyptus fastigata.

Forma	: Fuste columnar, 18 - 61 m de altura y diámetro de hasta 1,5 m.
Latitud S.	: 30 - <u>33-37°</u> , Altitud : 650 - 1.400 m s.n.m.
Plasticidad	: Grande al frío
Precipitación	: 635 - 1.016 mm/año
Rebrote	: Débil
Interés apícola	: -
Utilización	: De importancia en celulosa. Tableros aglomerados. Muy utilizado en ebanistería y carpintería. Revestimientos.
Interés comercial	: Medio

Eucalyptus globulus ssp. globulus.

Forma	: Fuste recto, 31 - 65 m de altura y 0,9 - 1,5 m de diámetro.
Latitud S.	: 37 - 43,5°, Altitud : 0 - 500 m s.n.m.
Plasticidad	: Moderada a frío, aridez y calor
Precipitación	: 500 - 1.520 mm/año
Rebrote	: Muy bueno
Interés apícola	: Sí
Utilización	: De gran importancia para celulosa. Tableros contrachapados y aglomerados. Ebanistería y carpintería, traviesas, postes, pilotes. Construcción, revestimientos, etc.
Interés comercial	: Alto
	(susceptible a <u>Phoracantha semipunctata</u>)

Eucalyptus globulus ssp. bicostata.

Forma	: Fuste muy recto, 27 - 45 m de altura y 1 - 1,3 m de diámetro.
Latitud S.	: 30 - <u>34 - 39°</u> , Altitud : 0 - 1.200 m s.n.m.
Plasticidad	: Algo más que la ssp. globulus al frío especialmente.
Precipitación	: 637 - 1.720 mm/año
Rebrote	: Muy bueno
Interés apícola	: Mucho
Utilización	: Celulosa, tableros. Ebanistería y carpintería, aunque es difícil de secar y traba - jar. Traviesas y postes con impregnación.
Interés comercial	: Alto

Eucalyptus globulus ssp. maidenii.

Forma	: 31 - 60 m de altura y hasta 1,5 m de diámetro.
Latitud S.	: 33 - <u>36,5-38,5°</u> , Altitud : 150 - 1.000 m s.n.m.
Plasticidad	: Bastante al frío
Precipitación	: 635 - 1.500 mm/año
Rebrote	: Muy bueno
Interés apícola	: -
Utilización	: De gran importancia en celulosa. Tableros contrachapados y aglomerados, ebanistería y carpintería. Traviesas y postes. Construcción.
Interés comercial	: Medio

Eucalyptus gomphocephala.

Forma	: Fuste recto, pero corto. 24 - 43 m de altura y hasta 1,8 m de diámetro.
Latitud S.	: 29,5 - <u>31,5 - 34°</u> , Altitud : 0 - 300 m s.n.m.
Plasticidad	: Bastante a aridez y sequías
Precipitación	: 635 - 1.020 mm/año
Rebrote	: Muy bueno
Interés apícola	: Sí
Utilización	: Celulosa, traviesas, postes, pilotes, construcción, etc.
Interés comercial	: Medio (susceptible a <u>Phoracantha semipunctata</u>)

Eucalyptus grandis.

Forma	: Fuste recto, 43 - 60 m de altura y 1,2 - 1,5 m de diámetro.
Latitud S.	: 17 - <u>24 - 32,5°</u> , Altitud : 0 - 900 m s.n.m.
Plasticidad	: Muy moderada
Precipitación	: 1.000 - 1.800 mm/año
Rebrote	: Bueno
Interés apícola	: -
Utilización	: Importante para celulosa. Tableros aglomerados, ebanistería, carpintería, parquet, traviesas, postes. Construcción y minería.
Interés comercial	: Alto

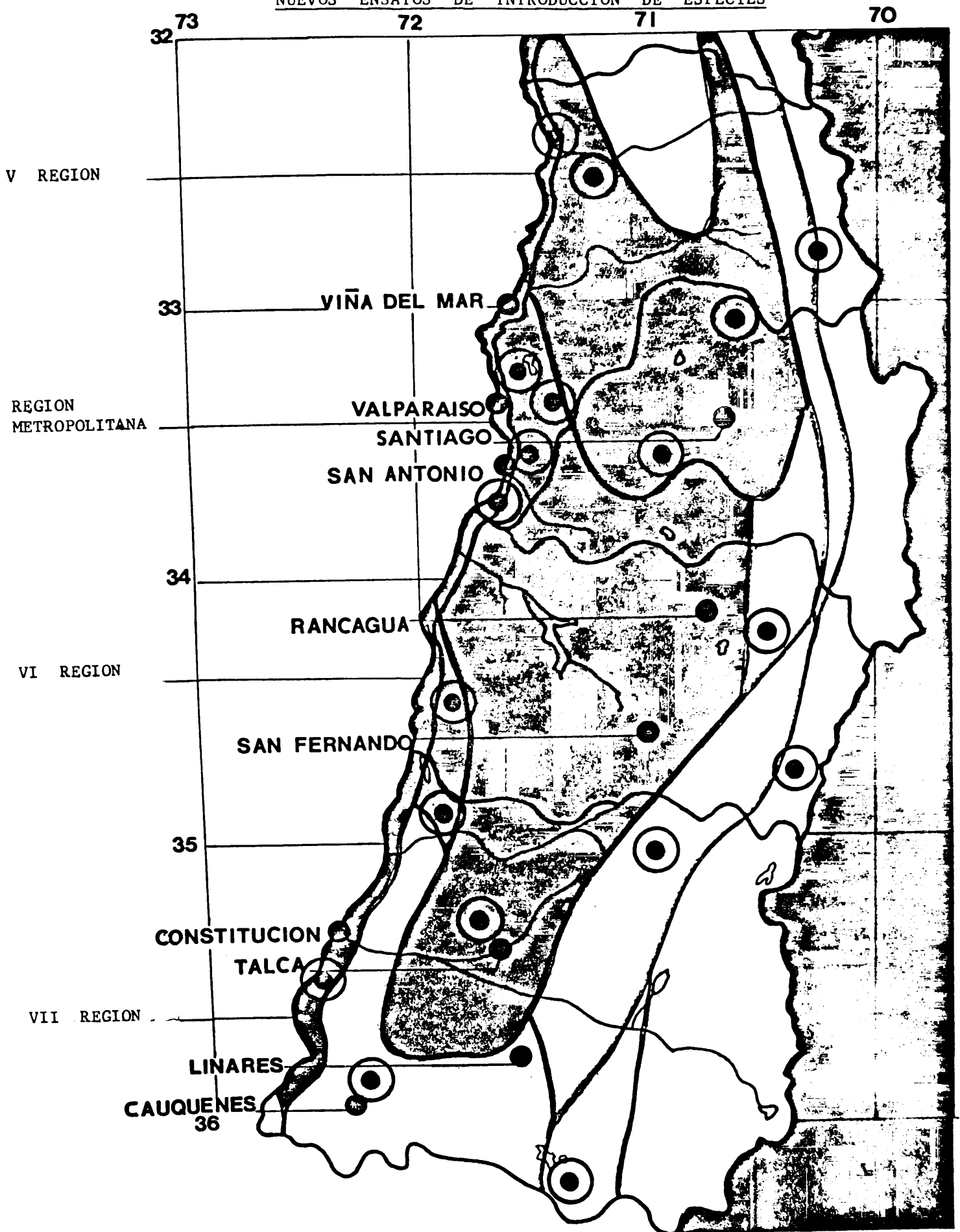
→

Eucalyptus melliodora.

Forma : Fuste corto y defectuoso. 15 - 30 m de altura y hasta 0,6 m de diámetro.
Latitud S. : 26,5 - 35 - 36°, Altitud : 150 - 1.370 m s.n.m.
Plasticidad : -
Precipitación : 381 - 1.016 mm/año
Rebrote : Bueno
Interés apícola : Mucho. Floración septiembre a febrero.
Utilización : Traviesas, postes, pilotes, construcción y minería.
Interés comercial : Bajo

Eucalyptus nitens.

Forma : Fuste recto, 37 - 92 m de altura y 0,9 - 1,2 m de diámetro.
Latitud S. : 35 - 38°, Altitud : 600 - 1.200 m s.n.m.
Plasticidad : Grande al frío
Precipitación : 635 - 1.016 mm/año
Rebrote : No
Interés apícola : -
Utilización : Celulosa. Muy apto para ebanistería y carpintería: Construcción.
Interés comercial : Bajo



LOS EUCALYPTUS EN LA VIII
REGION, UNA PERSPECTIVA
INTERESANTE.

LOS EUCALYPTUS EN LA VIII REGION

Una Perspectiva Interesante

José Antonio Prado *.

1. INTRODUCCION

La introducción de especies del género Eucalyptus en Chile, se remonta a los primeros años del Siglo 19, constituyéndose así en uno de los primeros países del mundo en que se plantó bosques o avenidas con especies de este género.

Desde entonces han sido introducidas al país más de 150 especies del genero Eucalyptus, sin embargo, en la actualidad sólo se encuentran bosques comerciales de Eucalyptus globulus, cuya plantación en gran escala se inició a principios de siglo por compañías carboníferas y ferroviarias, llegando a cubrir una superficie cercana a las 45.000 hectáreas, a mediados de la década del 50.

El Eucalyptus globulus alcanza un buen desarrollo en muy variadas condiciones, lo cual, sumado a la facilidad de su cultivo, ha desplazado la forestación masiva con otras especies del género, las que han quedado restringidas a pequeños bosques, avenidas y parques.

* Ingeniero Forestal
Jefe de la División Silvicultura del Instituto Forestal.

En los últimos 25 años, pese al importante auge que ha tenido el sector forestal en Chile, prácticamente se ha mantenido e incluso ha disminuido la superficie cubierta con bosques de Eucalyptus.

Esto se debe, principalmente, al notable desarrollo y plasticidad ecológica que presenta el Pinus radiata, el que, además, es muy diverso en su utilización, lo cual se traduce en una mayor demanda de su madera, por lo que resulta más atractivo para los forestadores.

Además de esto, ha existido un desconocimiento de las posibilidades que ofrece el género Eucalyptus, a través de su gran número de especies, ya que a pesar de haberse introducido una gran cantidad, a casi la totalidad de ellas se las ha considerado como especies meramente ornamentales, propósito con que probablemente fueron traídas al país.

La introducción con criterio científico sólo se inició a mediados de los años sesenta, y los resultados de esta investigación son los que se presentan en este informe técnico, cuyo objetivo es dar a conocer las especies del género Eucalyptus que por su desarrollo puedan constituirse en una alternativa para : - La forestación de aquellos suelos forestales que por sus condiciones se encuentran subutilizados. - Satisfacer necesidades específicas impuestas por el mercado. Por Ej: fibra corta para la fabricación de papel, postes para minas, energía y como reemplazo de maderas nativas, que cada día se hacen más escasas, en usos tales como la mueblería, el contrachapado, los durmientes de FF.CC, etc.

2. MATERIAL Y METODO

2.1 Subdivisión de la zona en estudio.

Una serie de factores tales como la Cordillera de Los Andes, con actividad volcánica reciente, la Cordillera de la Costa, la presencia de un valle central entre ambas cordilleras, la influencia oceánica y la variación latitudinal, conforman diversas condiciones de suelo y clima dentro de la VIII Región del país, la que ha sido elegida para este estudio por ser la de mayor importancia; desde el punto de vista de la actividad forestal.

Con el fin de determinar las posibles áreas de proyección de los resultados obtenidos en cada estación experimental, se ha subdividido la Región en zonas con características de suelo y clima semejantes.

Por superposición de clasificaciones generales de suelo y clima ya existentes en el país, se definieron zonas o "Unidades edafoclimáticas homogéneas".

Para definir las zonas climáticas se empleó la Clasificación Bioclimática de Chile, realizada por Di Castri (1975), la cual se basa en la clasificación de Climas Mediterráneos propuesta por Emberger, complementada por la inclusión de elementos biológicos, mediante el estudio de la vegetación natural y la forma del suelo.

Para la división edáfica se empleó el trabajo realizado por Roberts y Díaz (1960), Grandes Grupos de Suelo de Chile, división basada en la metodología propuesta por Soil Survey

Division, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Si en una de estas Unidades consideradas homogéneas, existe una estación experimental, situada en un lugar representativo de las condiciones que la determinan, se estima que sus resultados pueden ser proyectados con cierto grado de confiabilidad dentro de ella.

Las Unidades Edaclimáticas Homogéneas en que se ha dividido la VIII Región se encuentra en el Mapa Anexo.

2.2 Ubicación y caracterización de las Estaciones Experimentales.

En el cuadro siguiente se entrega la ubicación de las Estaciones Experimentales, indicándose el Grupo de Suelo en que se encuentra el tipo de clima, y en consecuencia, la Unidad que representan. Además aparecen algunos antecedentes climáticos.

CUADRO N° 1.

Ubicación de las Estaciones Experimentales

Estación Experimental	Latitud S.	Longitud W.	Altitud m s.n.m.	ppt. media anual (mm)	T° media anual (°C)	Tipo Climático	Gran Grupo de Suelos	Unidad Edafoclimática
Leonera	36°36'	72° 50'	120	1.230	12,3	Mediterráneo Húmedo Meridional	Transición Pardo No Cálcicos - Lateritas Pardo Rojizas.	Mhm - PNC/LPR
Coronado	37°42'	72°12'	130	1.380	13,8	Mediterráneo Húmedo Meridional	Regosoles	Mhm - R
Santa Ana	37°48'	72°22'	260	1.380	13,8	Mediterráneo Húmedo Meridional	Transición Pardo No Cálcicos - Lateritas Pardo Rojizas.	Mhm - PNC/LPR
Antiquina	38°05'	73°17'	100	1.590	12,6	Mediterráneo Perhúmedo.	Lateritas Pardo Rojizas	MPH - LPR
Tremohue	38°05'	71°55'	460	2.350	12,2	Mediterráneo Húmedo Meridional	Trumao	Mhm - T

2.3 Diseño Experimental.

Corresponde a un diseño completamente aleatorizado, con distinto número de repeticiones por especie.

La Unidad Experimental la constituyen los 25 árboles centrales de una parcela de 100 árboles, plantados a 2 x 2 metros, quedando, en consecuencia, hileras de aislación.

2.4 Especies en Ensayo.

En el Cuadro N° 2 se entrega una lista de las especies ensayadas en cada estación experimental, en grupos de especies afines, indicándose el lugar de procedencia de las semillas, cuando es conocido.

CUADRO N° 2.

Especies Ensayadas

Grupo	Especie	Procedencia	Estación Experimental				
			1	2	3	4	5
Ash	E. delegatensis	1. Roses Tiers TAS	x	x	x	x	x
		2. Brindabella Rg ACT			x		
		3. Brindabella Rg ACT			x		
		4. Desconocida				x	x
	E. fastigata	1. Yetholme NSW				x	
		2. Desconocida	x			x	
	E. obliqua	1. Ebor NSW	x	x		x	
		2. Desconocida				x	
	E. regnans	1. Powelltown VIC	x	x	x	x	x
		2. Mt. Wellington TAS	x		x		
		3. Victoria St.	x				
		4. Desconocida				x	
Southern Blue Gum	E. globulus ssp. bicostata	1. Mt. Nullo NSW	x				
		2. Victoria St.				x	
	E. globulus ssp. globulus	1. Varias desconocidas.	x	x	x	x	x
	E. globulus ssp. maidenii	1. Moruga Head NSW	x				
		2. Tanzania		x			
	E. nitens	1. Mt. Royal NSW	x		x		
	2. New South Wales					x	
E. viminalis	1. Desconocida			x			
E. pilularis	1. Jarrawangala NSW	x					

(continúa)

Grupo	Especie	Procedencia	Estación Experimental				
			1	2	3	4	5
Eastern Blue Gum	E. grandis	1. Desconocida	x			x	
	E. grandis saligna*	1. Sudáfrica	x		x		
Grey Gum	E. punctata	1. Queensland St.	x			x	
	E. cornuta	1. Ruanda Urundi	x				
Red Gum	E. gunnii	1. Tasmania		x			x
	E. dalrympleana	1. Brindabella AGT				x	
Box	E. bosistoana	1. Noorimbee VIC	x			x	
	E. melliodora	1. NSW	x				

* Híbrido entre dos especies del Grupo.

1. Leonera
2. Coronado
3. Santa Ana
4. Antiquina
5. Tremohue

2.5 Análisis de la información.

Se analizan los resultados de las especies que han alcanzado los 10 años de edad, en cada uno de los ensayos representativos de las Unidades consideradas en el estudio. Las Unidades restantes no han sido incluídas, ya que, o no se dispone de información sobre especies del Género Eucalyptus o sólo se tiene plantaciones más recientes.

Los antecedentes que se analizan provienen de plantaciones realizadas en distintos años, por lo que se supone que los períodos de 10 años transcurridos entre la plantación y el control son semejantes en cuanto a condiciones climáticas.

Se han medido y calculado los parámetros Número de árboles por hectárea; Diámetro medio, Area Basal por hectárea y Altura media. Sin embargo sólo este último es sometido a un análisis estadístico, teniendo en cuenta que siempre se ha considerado como un buen indicador del desarrollo de una especie.

Con el fin de establecer diferencias significativas entre las alturas medias, se efectúa un Análisis de Varianza y la Prueba de Comparación múltiple de Duncan.

Dado que resulta difícil llegar a una conclusión cuando se analizan las variables en forma separada, también se hace una es-timación del volumen por hectárea, en base a tres, seis o nueve parcelas de ensayo.

Para la estimación del volumen se ha elegido una ecuación para cada uno de los grupos taxonómicos de mayor importancia y una ecuación general para las restantes.

Para las especies del Grupo Ash se ha empleado la ecuación:

$$\text{Log}_{10} (D^2H/V) = 4.762 - 5613.0 / (D + 127.0)^2$$

Esta función fue desarrollada por J.E. DPIE (1976) para árboles del Género Eucalyptus y ha sido probada satisfactoriamente en Eucalyptus regnans creciendo como especie exótica en Nueva Zelanda (M.D. Wilcox and I.J. Thulin, 1979).

Para el Grupo Blue Gum, representado principalmente por E. globulus y sus subespecies, se ha empleado la fórmula desarrollada por Héctor Lisboa (1960).

$$V = 2.67187 \times 10^{-5} D^2 H - 0.0223617$$

El volumen de las especies de los otros grupos ha sido estimado en base a una ecuación general empleada por King y Kougman (1980) para analizar el desarrollo de 36 especies del Género Eucalyptus ensayadas en California, EE.UU. La ecuación es la siguiente :

$$V = 245.0 \times 10^{-5} (D^2H) - 0.3318 \quad (*)$$

En los casos en que existe más de una procedencia por especie, para efecto del análisis se les considera como una especie

(*) En Unidades Imperiales.

distinta, lo mismo se aplica cuando una especie ha tenido diferentes tratamientos en el vivero (1:M o 2:M)

3. RESULTADOS

Los resultados de los cinco lugares de ensayo o estaciones experimentales representativas de las Unidades Edafoclimáticas Homogéneas se entregan en los Cuadros N° 3 al 7.

Las especies unidas por una barra no presentan diferencias significativas en cuanto a su desarrollo en altura, de acuerdo a los resultados del Test de Duncan.

3.1 Unidad : Mediterráneo Húmedo Meridional - Transición Pardo No Cálculos a Lateritas Pardo Rojizas (Mm - PN/LPR).

CUADRO N° 3.

Resultados del Ensayo Leonera (Menque)

Especie	Procedencia	Número de parcelas	Parámetros Analizados				D.S.D. ($\alpha = 0.05$)	Volumen estimado (m ³ /ha)
			Número (árbo/ha)	D.A.P. (cm)	AB (m ² /ha)	Altura (m)		
E. fastigata 049 (1:M)	Desconocida	6	1.000	21,0	42,49	25,6	]	418,48
E. nitens	Mt. Royal Ranger NSW	3	1.433	18,6	46,80	25,1		410,00
E. regnans	Mt. Wellington TAS	3	1.499	17,3	37,35	24,5		384,79
E. fastigata 049 (2:M)	Desconocida	3	833	20,5	26,97	22,9		270,86
E. regnans 090	Powelltown VIC	5	1.099	19,4	33,63	21,1	]	301,72
E. globulus ssp. bicostata	Mt. Nullo NSW	3	1.399	17,5	35,51	20,5		232,48
E. delegatensis	Roses Tiers TAS	3	1.533	15,6	31,16	20,3		275,00
E. globulus ssp. globulus	Chile	9	1.250	13,6	26,35	21,2	]	179,84

(continúa)

Especie	Procedencia		Número de parcelas	Parámetros Analizados				D.S.D. ($\alpha = 0.05$)	Volumen estimado (m ³ /ha)
				Número (árbo/ha)	D.A.P. (cm)	AB (m ² /ha)	Altura (m)		
E. grandis	Desconocida		3	1.833	11,2	24,99	19,9		252,73
E. globulus ssp. maidenii	Moruga Head	NSW	3	2.133	13,2	31,37	17,9		156,23
E. obliqua	Ebor	NSW	2	2.050	14,9	37,46	15,0		242,71
E. grandis saligna	Sudáfrica		3	1.533	10,3	14,83	14,8		107,92
E. punctata	Queensland St.		3	766	12,5	10,29	12,0		55,48
E. cornuta	Ruanda Urundi		3	1.875	8,5	11,78	11,5		64,40
E. regnans	Victoria St.		3	1.082	12,1	12,44	10,0		-
E. pilularis	Jarrawangala	NSW	3	170	14,6	2,85	9,8		-
E. bicostata	Noorinbee	VIC	3	1.967	7,8	9,40	8,2		-
E. melliodora		NSW	3	1.042	8,4	5,77	3,8		-

CUADRO N° 4.

Resultados del Ensayo Santa Ana

Especie	Procedencia		Número de parcelas	Parámetros Analizados				D.S.D. ($\alpha = 0.05$)	Volumen estimado (m ³ /ha)
				Número (árbo/ha)	D.A.P. (cm)	AB (m ² /ha)	Altura (m)		
E. nitens	Mt. Royal	NSW	3	1.466	17,5	38,19	17,1	]	203,2
E. delegatensis	Roses Tiers	TAS	3	1.933	12,2	24,58	13,6		155,4
E. globulus ssp. globulus	Chile		6	800	14,1	13,49	13,3		49,3
E. regnans	Powelltown	VIC	6	1.200	12,2	15,24	12,6		86,9
E. regnans	Wellington	TAS	3	699	14,5	12,52	12,1		68,3
E. delegatensis	Brindabella Rg	ACT	6	1.266	11,0	13,81	11,6		79,8
E. viminalis	Desconocida		3	1.666	12,1	21,59	11,5		110,7
E. delegatensis	Brindabella Rg	ACT	3	799	13,3	12,76	10,9		63,8
E. grandis saligna	Sudáfrica		3	366	7,8	2,17	6,5		4,8

3.2 Unidad : Mediterráneo húmedo Meridional - Regosoles
(Mhm - R).

CUADRO N° 5.

Resultados del Ensayo Coronado (Mulchén)

Especie	Procedencia		Número de parcelas	Parámetros Analizados				D.S.D. ($\alpha = 0.05$)	Volumen estimado (m ³ /ha)
				Número (árbo/ha)	D.A.P. (cm)	AB (m ² /ha)	Altura (m)		
E. globulus ssp. maidenii	Tanzania		3	1.599	13,5	24,99	17,7	]	128,96
E. regnans	Powelltown	VIC	6	1.016	14,2	17,43	15,5		122,70
E. obliqua	Ebor	NSW	3	1.166	13,1	16,90	14,3		108,91
E. globulus ssp. globulus	Chile		3	1.166	14,2	19,89	14,2		75,28
E. delegatensis	Roses Tiers	TAS	3	1.099	13,7	17,96	13,6		108,80
E. gunnii	Tasmania		5	799	13,1	11,22	12,3		55,91

3.3 Unidad : Mediterráneo Perhúmedo - Lateritas Pardo Rojizas
(MPH - LPR).

CUADRO N° 6.

Resultados de la Estación Experimental Antiquina

Especie	Procedencia	Número de parcelas	Parámetros Analizados				D.S.D. ($\alpha = 0.05$)	Volumen estimado m ³ /ha
			Número (árb/ha)	D.A.P. (cm)	AB (m ² /ha)	Altura (m)		
E. obliqua	Desconocida	3	1.599	18,0	44,25	20,2	]	382,62
E. regnans	Powelltown	VIC 6	1.666	18,8	50,35	19,2		407,65
E. nitens		NSW 3	2.033	22,1	76,94	19,0		420,43
E. regnans	Desconocida	6	1.666	17,4	42,27	18,6		337,83
E. fastigata	Yetholme	NSW 3	1.399	19,2	44,20	18,2		336,57
E. globulus ssp. globulus	Desconocida	CHILE 6	1.483	16,8	35,83	17,5		192,59
E. delegatensis	Desconocida	3	1.466	18,0	40,64	16,0		278,23
E. grandis	Desconocida	3	1.866	12,9	26,67	15,9		191,16
E. fastigata	Desconocida	3	2.066	14,6	37,56	14,4		239,48
E. delegatensis	Roses Tiers	TAS 3	1.733	14,9	34,20	14,1		220,45
E. dalrympleana	Brindabella	ACT 3	1.333	14,2	32,23	14,0	]	210,36
E. globulus ssp. bicostata	Victoria	AUS 2	500	12,7	6,33	10,8		-
E. obliqua	Ebor	NSW 3	900	14,1	14,05	8,0	]	-
E. punctata	Queensland St.	3	875	10,5	7,58	7,1		-
E. bosistoana	Noorimbee	VIC 3	682	7,8	3,25	5,7		-

3.4 Unidad : Mediterráneo Húmedo Meridional - Trumao (Mhm - T)

CUADRO N° 7.

Resultados del Ensayo Tremohue (Jauja)

Especie	Procedencia	Número de parcelas	Parámetros Analizados				D.S.D. ($\alpha = 0.05$)	Volumen estimado m ³ /ha
			Número (árbo/ha)	D.A.P. (cm)	AB (m ² /ha)	Altura (m)		
E. globulus ssp. globulus	Chile	6	533	16,6	12,74	18,1	]	73,11
E. delegatensis	Roses Tiers	6	1.175	15,9	26,13	17,0		199,40
E. delegatensis	Desconocida	3	1.433	16,2	32,92	16,8		241,99
E. gunnii	Tasmania	3	1.099	11,7	13,76	13,6		86,09

4. DISCUSION

Los resultados obtenidos en los ensayos analizados indican que las Unidades Edafoclimáticas costeras Mhm - PNC/LPR y MPH - LPR, son las que presentan las condiciones más favorables para el desarrollo de especies del Género *Eucalyptus*.

Ambas Unidades se caracterizan por poseer climas de tipo Mediterráneo, variando desde Húmedo a Perhúmedo, en sentido latitudinal y una influencia oceánica marcada.

Dentro de estas Unidades costeras se observa un excelente desarrollo de las especies del Grupo Ash, representado por *E. de legatensis*, *E. fastigata*, *E. obliqua* y *E. regnans*, junto al Grupo Blue Gum, en donde se destacan las especies *E. nitens* y *E. globulus* con sus subespecies.

Los buenos resultados alcanzados por estas especies en las Unidades costeras son atribuibles a la presencia de un clima templado, lluvioso, con influencia marítima, que presenta cierta analogía con algunas zonas de distribución natural de estas especies y a la predominancia de suelos sin factores limitantes para el desarrollo de especies del Género *Eucalyptus*, ya que se trata de suelos de texturas medias a finas, permeables y ligeramente ácidos.

Al analizar los resultados entregados en los Cuadros N° 3 y 6, se encuentra que no existe diferencias significativas en la altura de las especies de los dos Grupos citados, exceptuando algunas subespecies o procedencias que no son las adecuadas para esos sitios. Tampoco los Diámetros medios muestran marcadas diferencias. Sin embargo si se analiza los volúmenes, se encuen -

tran importantes diferencias.

En el ensayo instalado en Leonera, las especies E. fastigata, de procedencia desconocida y E. nitens de Mt. Royal, N.S.W., sobrepasan los 400 m³/ha y E. regnans de una procedencia de Tasmania llega a los 380 m³/ha, mientras que E. globulus ssp. globulus sólo alcanza a 180 m³/ha.

Estas cifras, sin duda, pueden parecer exageradas, considerando que los ensayos se analizan a los 10 años de edad. Sin embargo, antecedentes obtenidos en Australia, en plantaciones de E. regnans, confirman que la estimación es adecuada.

A modo de ejemplo, se entregan los datos de un rodal a los 9 años de edad :

Nº de árboles por ha	:	1.504
Diámetro medio	:	17,1 cm
Area Basal por ha	:	34,7 m ²
Altura media	:	20,1 m
Volumen por ha	:	304 m ³

Estos datos prácticamente no difieren de las medidas en Leonera para la misma especie, de la procedencia Mt. Wellington, aun cuando estas son ligeramente superiores. Por lo tanto, también se puede considerar adecuada la estimación de volumen de las especies E. fastigata y E. nitens, que presentan mayor Area Basal por hectárea y mayor altura media que E. regnans.

En Antiquina la situación es semejante y la especie E. nitens que presenta una alta densidad y un diámetro medio de 22.1 cm, sobrepasa los 420 m³/ha. También presentan un excelente desarrollo las especies E. regnans, E. obliqua y E. fastigata, que superan ampliamente a E. globulus ssp. globulus que alcanza a 192 m³/ha.

Es necesario aclarar que las condiciones de sitio presentes en la Estación Experimental Antiquina son superiores a las de otros terrenos forestales de la zona.

En los ensayos situados en el Valle Central, es decir, en las Unidades Mhm - PN/LPR (sector interior) y Mhm - R, el desarrollo de las especies es significativamente inferior al que presentan en la zona costera.

Esto puede ser explicado por la presencia de condiciones limitantes en el suelo y por una condición más mediterránea del clima, lo cual significa mayores oscilaciones térmicas, al no existir el efecto moderador de la influencia oceánica, una menor precipitación y un período estival de efecto más marcado.

En cuanto al suelo, cabe destacar que la presencia de los Regosoles constituye una fuerte limitante para el desarrollo de las especies ensayadas. La textura extremadamente arenosa que predomina, conforma suelos con muy baja capacidad de retención de agua, provocando condiciones de aridez durante 3 a 4 meses en el año. A esto se debe agregar su baja fertilidad natural.

La estación experimental Coronado, situada teóricamente en la Unidad Mhm - R, se encuentra en una situación de transición hacia otro tipo de suelo, lo cual le resta representatividad.

Otros ensayos instalados en Regosoles propiamente tales, presentan muy baja supervivencia y un pobre desarrollo, en la mayoría de las especies ensayadas.

Del análisis de los Cuadros N° 4 y 5 se desprende que los mejores desarrollos corresponden al Grupo Blue Gum, específicamente a E. nitens y E. globulus ssp. maidenii seguidas, en ambos casos, por especies del Grupo Ash, sin diferencias significativas en altura, de acuerdo a lo que indica el análisis estadístico.

Esto tendría su explicación en el hecho que el Grupo Blue Gum es más adaptable a condiciones de suelos pobres o pesados que el Grupo Ash y también más resistente a la presencia de un período seco que se prolonga por 2 a 3 meses e incluso más (Ver Gráficos con balances hídricos de Thornthwaite en Anexo N° 2).

El hecho que las especies de mayor volumen dentro del Grupo Blue Gum sean E. nitens y E. globulus ssp. maidenii y E. viminalis, en el caso de Santa Ana, estaría indicando la presencia de heladas bastante severas que habrían provocado la alta mortalidad en Eucalyptus globulus ssp. globulus.

E. nitens y E. viminalis son especies de reconocida resistencia a las bajas temperaturas y E. globulus ssp. maidenii presenta mayor resistencia al frío que la subespecie globulus (Hillis y Brown, 1978).

Por último, en la Unidad M-Hm - T, situada más al interior y en donde aumenta la precipitación y bajan las tempera

turas extremas, si bien la especie E. globulus ssp. globulus es la que alcanza la mayor altura media, es claro que los mejores resultados corresponden a E. delegatensis.

Probablemente la mayor altura obtenida por E. globulus se debe al efecto de la escasa densidad, producto de la alta mortalidad ocasionada por el frío, ya que en la mayoría de las especies forestales, un mayor espaciamiento trae como consecuencia un mayor desarrollo inicial en altura y diámetro.

La buena adaptación de E. delegatensis se explica porque es una especie de clima húmedo y de gran resistencia a las bajas temperaturas.

Las otras especies ensayadas en la VIII Región, pertenecientes a los Grupos Eastern Blue Gum, Grey Gum, Red Gum y Box, no presentan buenos resultados, ya que, o son especies propias de climas más cálidos, con lluvias veraniegas, como es el caso de E. grandis y E. punctata, o porque son especies de menor crecimiento, adecuadas a condiciones especiales, como es el caso de E. gunnii y E. dalrympleana, que se adaptan bien en zonas frías, con presencia de nieve.

Dentro de los grupos taxonómicos, aun cuando existe cierta afinidad, hay especies bastante distintas en cuanto a sus exigencias. Dentro del Grupo Blue Gum se encuentra E. pilularis cuyo escaso desarrollo y supervivencia podría ser atribuida a la sensibilidad que presenta a los períodos secos.

Como consideración general debe destacarse la importancia de la procedencia de la semilla en la adaptación de una especie.

Por ejemplo, en Leonera, Eucalyptus regnans de Mt. Wellington Tasmania, alcanzó una altura media de 24,5 metros, mientras que la procedencia de Victoria sólo creció 10 metros en el mismo período.

Otro período está dado al comparar el desarrollo de dos procedencias de E. obliqua en la Estación Experimental Antiquina.

5. CONCLUSIONES

- Las especies de los Grupos Ash (E. regnans, E. fastigata, E. delegatensis y E. obliqua) y Southern Blue Gum (E. nitens y E. globulus ssp. globulus, ssp. bicostata y ssp. maidenii) son las que alcanzan los mejores desarrollos en las diversas condiciones que presenta la VIII Región.
 - La investigación sobre este tema en la VIII Región debe continuar en base a estos Grupos y dirigida hacia la selección de las procedencias más adecuadas para cada localidad.
 - La especie Eucalyptus nitens alcanzó un excelente desarrollo en todos los lugares donde fue ensayada, constituyéndose en una de las especies más promisorias para su introducción en gran escala.
- Además, sus antecedentes permiten suponer que E. nitens tendría buenos desarrollos en zonas más frías que las ensayadas.
- La especie Eucalyptus globulus ssp. globulus en el mejor de los casos llega a un 50% de la producción estimada para otras especies o subespecies ensayadas.

En la zona de Regosoles deben ensayarse especies propias de regiones con menor precipitación, tales como E. camaldulensis, E. globulus ssp. bicostata, E. citriodora, E. resinifera, por citar algunas.

Los resultados que se han obtenido en la Región, con diversas especies y en diferentes zonas, indican que es posible incluir especies de Eucalyptus en planes de repoblación masivos con diferentes objetivos de producción. Fuera de las zonas de mayor producción pinera se podría utilizar Eucalyptus para obtener un mejor aprovechamiento del sitio e integrar nuevos terrenos a la actividad forestal.

Dentro de la zona pinera, junto con discontinuar en alguna medida el monocultivo forestal, es posible producir madera de fibra corta para la industria papelera.

La disminución de la madera nativa de buena calidad, económicamente explotable, puede justificar la creación de bosques de Eucalyptus con especies cuya madera sea apta para usos similares. Como ejemplo se puede citar Eucalyptus regnans, madera de excelente calidad para diferentes usos, muy utilizada en ebanistería en Australia.

BIBLIOGRAFIA

1. BALLONI, ANTONIO. Influencia do espacamento de plantio na produtividade florestal. Fast Grwing Trees. Simposio IUFRO sobre mejoramiento genético y productividad de especies de rápido crecimiento. Brasil, 1980. (Mimeo.)
2. HALL, N., JOHNSTON, R.D., CHIPPENDALE. Forest Trees of Australia. Dept. of National Development Forestry and Timber Bureau. Canberra, 1970.
3. HILLIS, W.E., BROWN, A.G. Eucalypts for wood production. CSIRO Australia, 1978.
4. KING, J.P., KRUGMAN, S.L. Selection of Eucalyptus species for Northern California Fast Growing Trees. Brasil, 1980. (Mimeo.)
5. _____ Test of 36 Eucalyptus species in Northern California. U.S.D.A. Forest Service R.P. PSW -152 California USA, 1980.
6. OPIE, J.E. Volume Functions for trees of all sizes. Forest Technichal Papers N° 25, Forest Commission, Vic, Australia, 1976.
7. PEDERICK, L.A. Natural Variation in Shining Gum (Eucalyptus nitens). Aust. For. Res. Forest Commission, Vic., 1979.
8. ROOK, D.A., WILCOX, M.D. et al. Provenance variation in Frost tolerance of Eucalyptus regnans F. Muell. N.Z.F.S. reprint N° 1308, 1980.
9. PRADO, J.A. Y RQJAS. P. Los Eucalyptus como alternativa para la forestación en la VIII Región. Informe Interno, Instituto Forestal, Santiago, 1979.

10. WALTERS, G.A. *Saligna Eucalyptus* growth in a 15 - Year Old Spacing Study in Hawaii. U.S.D.A. Forest Service. Research Paper PSW - 151, California USA, 1980.
11. WILCOX, M.D., THULIN, I.J. Growth of *Eucalyptus regnans* in a plot at Rotorua. N.Z.J.F. Vol. 9 N° 2, 1979.
12. WRANN, H.J. Resultados de introducción de tres especies de *Eucalyptus* en Mulchén, provincia de Bío-Bío. Informe Técnico N° 58, Instituto Forestal, 1979.

OTRAS CONIFERAS COMO ALTER-
NATIVA PARA LA FORESTACION
EN LA ZONA CENTRO SUR DEL
PAIS.

OTRAS CONIFERAS COMO ALTERNATIVA PARA LA FORESTACION EN LA ZONA CENTRO SUR DEL PAIS

Patricio Rojas V.*

1. INTRODUCCION

Cualquier especie exótica recomendada para producción forestal en Chile, inevitablemente se compara con el Pino Insigne.

De existir una especie alternativa, las interrogantes más inmediatas se relacionarían con las características de crecimiento de la especie propuesta, las condiciones de sitio en los cuales se adaptaría en mejor forma, sus características de utilización, etc. Encontrar una especie exótica que reúna todos estos requisitos no es tarea fácil.

Es probable que fuera aceptada sólo en el caso que su madera tuviera un mayor valor económico que la de Pino Insigne o que presentara un crecimiento más rápido. En su defecto podría admitirse una especie que se adaptara a una mayor diversidad de sitios o que presentara mayor resistencia al ataque de patógenos que el Pino Insigne.

Entre las especies exóticas ensayadas por INFOR, ya han sido mencionadas en otros informes técnicos los satisfactorios resultados obtenidos con Eucalyptus, particularmente en la zona centro-sur de nuestro país. No obstante en lo que respecta a coníferas introducidas, los resultados han sido menos relevantes.

* Ingeniero Forestal
Investigador de la División Silvicultura del Instituto Forestal

En la actualidad, Pinus radiata, presenta grandes ventajas al forestador: tiene gran adaptabilidad a un amplio rango de condiciones ecológicas, no presenta hasta el momento grandes problemas fitosanitarios y su madera tiene varias alternativas de utilización.

Sin embargo, existen varios factores limitantes de su crecimiento, entre los cuales se pueden citar los siguientes:

- Altitud: Su límite altitudinal es alrededor de 900 - 1.000 m s.n.m.
- Heladas, nevazones
- Suelos pedregosos o de mal drenaje
- Texturas muy pesadas, sin adecuada aireación
- Suelos salinos, turbosos, muy ácidos, fuertemente podzolizados o muy pobres.

Específicamente en la VIII Región, su desarrollo se ve restringido en los lugares de mayor altitud, donde la especie fracasa fundamentalmente por las heladas, las nevazones y los suelos pobres.

En la actualidad no existe mucha presión en reforestar dichos sitios, pero es probable que en el mediano o corto plazo esta situación ya no sea válida.

Solucionar este problema mediante un mejoramiento genético de Pino insignie orientado a una mayor resistencia al frío y a condiciones adversas de sitio, demandaría mucho tiempo y un alto costo, originando probablemente resultados inciertos. La alternativa es encontrar especies exóticas que se adapten a esas condiciones y que tengan un crecimiento similar a P. radiata.

El presente informe analiza en una primera parte los resultados alcanzados con coníferas del género Pinus introducidas en la zona centro-sur del país. Para este propósito se han dividido los pinos en 4 grupos de acuerdo a su distribución geográfica natural.

En una segunda parte, se analiza una especie en particular, Pinus muricata, que de acuerdo a las investigaciones realizadas en otros países (Australia, Nva. Zelandia), es muy probable que pueda ser utilizada en planes de reforestación, en sitios marginales de crecimiento para Pino Insigne, particularmente en zonas de mayor altitud y frío.

Se efectúa finalmente, un análisis comparativo entre las dos especies en un rango de condiciones de sitio que abarca desde Constitución (VIII Región), hasta Victoria (IX Región).

2. OBJETIVOS

Los objetivos que persigue el presente trabajo, son los siguientes:

- a) Entregar en forma resumida los resultados obtenidos con coníferas introducidas en el país.
- b) Analizar los resultados obtenidos con una especie en particular, P. muricata, en comparación a P. radiata, en lugares de ensayo instalados por INFOR.
- c) Proporcionar antecedentes básicos del comportamiento de P. muricata en distintos sitios de la zona centro-sur del país.

3. RESULTADOS OBTENIDOS CON CONIFERAS INTRODUCIDAS EN EL PAIS

En esta primera parte del trabajo, se analizarán los resultados de coníferas introducidas, particularmente del género Pinus.

El Instituto Forestal, en su Proyecto de Introducción de especies, ha experimentado con alrededor de 30 especies de Pinus en un

amplio rango de condiciones edafoclimáticas entre la IV y X Región del país.

Como una manera de simplificar el análisis, se agruparán las especies de acuerdo a su distribución geográfica natural. Así tenemos cuatro grandes grupos:

- a) Pinos de Europa, Asia y Norte de Africa
- b) Pinos de Centroamérica
- c) Pinos del Este Norteamericano
- d) Pinos del Oeste Norteamericano

3.1 Pinos de Europa, Asia y Norte de Africa

Se han introducido especies de las regiones mediterránea de Europa y otras de amplia distribución en todo el continente. Se pueden citar:

<u>ESPECIE</u>	<u>DISTRIBUCION NATURAL</u>
<u>P. canariensis</u>	Islas Canarias
<u>P. nigra</u>	Europa en general
<u>P. pinaster</u>	Europa en general
<u>P. roxburghii</u>	Himalaya
<u>P. densiflora</u>	Japón, Corea, China
<u>P. sylvestris</u>	Europa en general
<u>P. halepensis</u>	Europa en general

La primera especie de las citadas, P. canariensis ha sido introducida en la región Central de Chile, específicamente en el secano costero de la V Región, dando resultados negativos. En el

ensayo Santa Marta, ubicado en las proximidades de Casablanca, la altura media de los individuos de tres parcelas experimentales de 0,04 ha. era de 0,85 m a los 5 años de edad.

Las otras dos especies de climas mediterráneos P. nigra y P. pinaster han presentado un mayor desarrollo en otras zonas del país, pero de todos modos insatisfactorios. En un ensayo cerca de Menque (VIII Región), la altura media de P. nigra y P. pinaster a los 5 años era de 1,22 m y 2,07 m respectivamente.

Las especies P. roxburghii y P. sylvestris no han presentado buenos resultados. De P. halepensis no se tienen aún datos, ya que recién se encuentra en etapa de experimentación.

P. densiflora ha registrado buenos promedios en Arauco (Ensayo Antiquina), aunque no comparables con P. insignis. A la edad de 10 años tenía 4,5 m de altura; 7,5 cm de DAP y 90,7% de supervivencia.

3.2 Pinos de Centroamérica y México

Pinos de estas latitudes, se han introducido en la VII y VIII Región, en dos ensayos costeros: Las Cañas (Constitución) y Leonera (Menque) con regulares resultados. De acuerdo al crecimiento en diámetro y altura se tiene el siguiente orden:

<u>ESPECIE</u>	<u>DISTRIBUCION NATURAL</u>
<u>P. leiophylla</u>	Chihuahua a Oaxaca (México)
<u>P. patula</u>	Queretaro a Veracruz (México)
<u>P. montezumae</u>	Coahuila (México) a Guatemala
<u>P. rudis</u>	Centroamérica
<u>P. michoacana</u>	Nvo. Leon a Oaxaca (México)

Las especies presentan un buen desarrollo en diámetro, pero no así en altura, lo que da una fisonomía característica a los pinos: gran conicidad y alta densidad de ramas.

CUADRO N° 311

Resultados obtenidos con pinos centroamericanos y mexicanos en dos lugares de ensayo, a la edad de 10 años

Especies	Las Cañas		Leonera	
	DAP (cm)	Alt. (m)	DAP (cm)	Alt. (m)
<i>P. leiophylla</i>	11,5	6,0	17,0	8,0
<i>P. patula</i>	8,9	7,8	11,9	11,2
<i>P. montezumae</i>	9,3	3,2 (1)	15,2	6,3
<i>P. michoacana</i>	-	-	10,6	4,4
<i>P. rudis</i>	5,1	2,7	-	1,6 (2)

(1) Árboles con mala forma

(2) A los 5 años

De los resultados debe desprenderse que los lugares donde se efectuaron los ensayos no presentan las condiciones ecológicas más favorables para el crecimiento de las especies, con la excepción de *P. leiophylla*, por lo cual debe intentarse introducirlas en otras regiones del país donde existan mayores posibilidades de crecimiento.

3.3 Pinos del Este Norteamericano

Se ha experimentado con ellos en Arauco (VIII Región), en dos lugares: Caramávida y Antiquina. El primero ubicado cerca de la localidad de Antihuala y el segundo en la comuna de Cañete.

Las especies ensayadas son las siguientes:

<u>ESPECIE</u>	<u>DISTRIBUCION NATURAL</u>
<u>P. elliotii</u>	Carolina del Sur a Florida
<u>P. taeda</u>	New Jersey a Florida
<u>P. strobus</u>	Georgia
<u>P. virginiana</u>	Sudeste New York al N. de Georgia

Las primeras dos especies han alcanzado crecimientos en altura y diámetros similares a P. radiata, pero con pésima forma. La explicación más probable de la forma que presentan los individuos de ambas especies, es la elección de una procedencia inadecuada para las características edafoclimáticas de la zona.

Las otras especies P. strobus y P. virginiana no dieron resultados satisfactorios, como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 3.1

Resultados de Pinos del Este Norteamericano a los 16 años de edad, en dos lugares de ensayo en la VIII Región

Especies	Caramávida		Antiquina	
	DAP (cm)	H (m)	DAP (cm)	H (m)
P. taeda	24,5	10,1	22,3	12,7
P. elliotii	14,5	9,8	17,7	11,4
P. estrobus	12,8	6,4	13,3	6,7
P. virginiana	11,4	6,8	10,7	5,8

3.4 Pinos del Oeste Norteamericano

Los mejores resultados de pinos exóticos se han obtenido con los originarios de la margen occidental de norteamérica, especialmente la VIII Región (Arauco).

De la gran cantidad de pinos existentes entre Alaska y el límite de EE.UU. con México (Estados de California, Baja California), se han introducido en nuestro país los siguientes:

<u>ESPECIE</u>	<u>DISTRIBUCION NATURAL</u>
<u>P. sabiniana</u>	California
<u>P. coulteri</u>	California

<u>ESPECIE</u>	<u>DISTRIBUCION NATURAL</u>
<u>P. jeffreyi</u>	California, Sur de Oregón
<u>P. ponderosa</u>	Ampliamente distribuido
<u>P. contorta</u>	Ampliamente distribuido
<u>P. attenuata</u>	California, Sur de Oregón
<u>P. muricata</u>	Costa de California
<u>P. radiata</u>	Costa de California

Descartando a P. radiata del análisis, las especies de menor crecimiento dentro del grupo son P. coulteri, P. jeffreyi y P. sabiniana con un mayor crecimiento, pero inferior a P. radiata. P. attenuata, P. ponderosa y P. contorta (en orden ascendente) y con un crecimiento muy similar y en algunos casos mejor que pino Insigne P. muricata.

En el cuadro siguiente, se muestran algunos resultados obtenidos en las plantaciones de mayor edad ubicados en la provincia de Arauco.

Cuadro N° 3.3

	ENSAYO LEONERA			ENSAYO ANTIQUINA			ENSAYO		
	EDAD	DAP (cm)	H (m)	EDAD	DAP (cm)	H (m)	EDAD	DAP (cm)	H (m)
P. contorta	15	9,6	12,5	16	15,2	10,1	16	14,3	12,4
P. ponderosa	-	-	-	16	11,5	6,7	16	10,1	7,1
P. attenuata	15	16,0	9,5	15	12,0	10,3	-	-	-
P. coulteri	15	7,4	6,6	-	--	-	-	-	-

No se incluyen datos de P. muricata, porque dado el crecimiento alcanzado por la especie se ha considerado necesario realizar un análisis más exhaustivo de la especie de tal modo de evaluar su comportamiento en distintas condiciones de sitio.

La segunda parte, de este trabajo tratará exclusivamente esta materia.

4. ANTECEDENTES DE LA ESPECIE PINUS MURICATA

4.1 Distribución natural

La especie P. muricata al igual que P. radiata y P. attenuata, pertenece al grupo de los Pinos de conos serotinos de California. Se distribuye en una faja costera de 1.600 km. de largo, en 8 poblaciones dispersas entre San Vicente (México) 31° L.N. y Trinidad Head (EE.UU.) 41° L.N., abarcando también las islas Santa Cruz y Santa Rosa (Libby, 1968). (Ver Fig. 1)

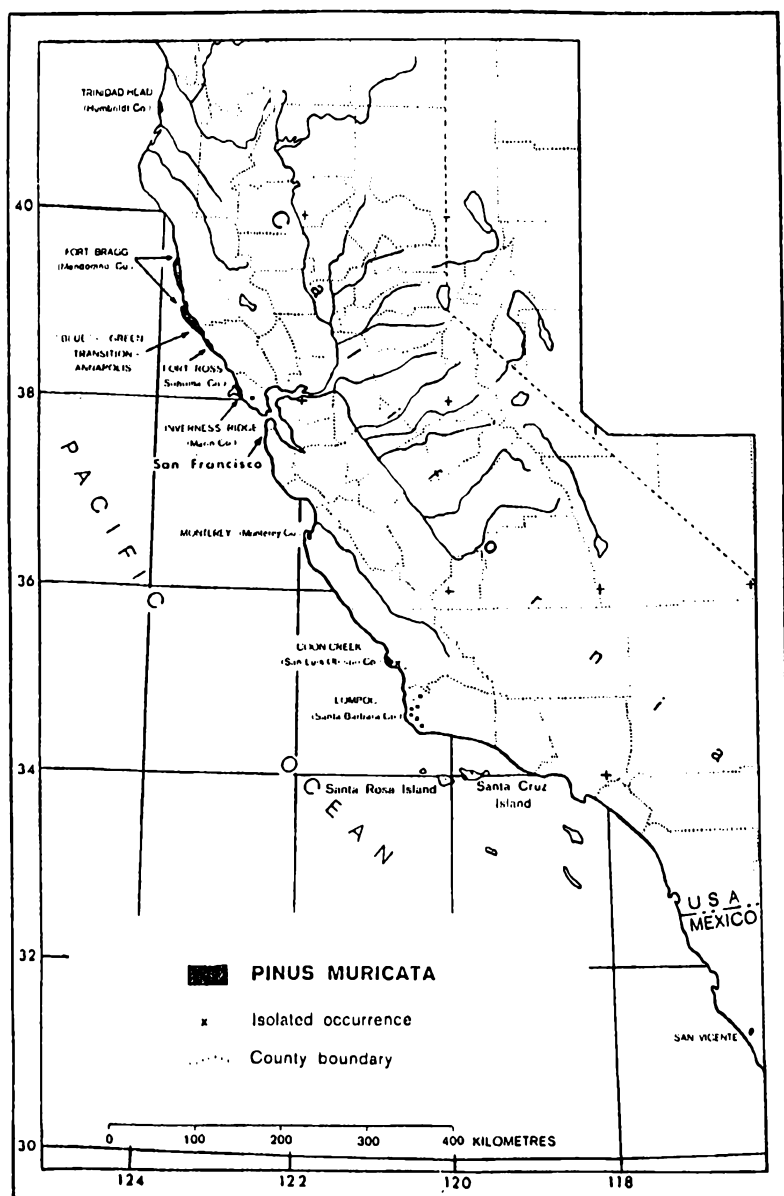
4.1.1 Variedades

En la distribución de la especie a lo largo de la costa se diferencian 4 variedades de acuerdo a la clasificación efectuada por Duffield (1951):

- P. muricata var. borialis, "Variedad azul" caracterizada por un gran tamaño de los árboles, copa pequeña y corteza rugosa.

- P. muricata var. muricata "Variedad verde", de copa ancha y corteza más lisa.
- P. muricata var. cedrosensis, que se encuentra exclusivamente en Cedros Island.

FIG. 1
DISTRIBUCION
NATURAL
P. MURICATA



- P. muricata var. remotata, nativa de las islas Santa Cruz y Santa Rosa.

Los especialistas han determinado que la variedad más nor-teña, comúnmente llamada "azul" es la que presenta los mejores resultados en cuanto a forma y crecimiento, así lo han confirmado las plantaciones efectuadas en Australia (Doran, 1974) y Nueva Zelanda (Melbourne, 1974).

En cambio observaciones efectuadas con plantaciones de la variedad "verde" (septentrional), en los mismos países, registraron árboles de mala forma con gran cantidad de conos adheridos al fuste.

4.2 Características de su habitat natural.

La faja costera donde se distribuye la especie tiene un clima mediterráneo húmedo, pero moderado. Los veranos son secos. Las neblinas son comunes en primavera y verano.

En Fort Bragg el habitat más meridional de P. muricata, el promedio anual de las precipitaciones es 970 mm. la temperatura media anual de 11,6°C y las temperaturas máximas y mínimas diarias de 16,0 y 7,2°C respectivamente. La precipitación en esta localidad se ve sustancialmente incrementada por la condensación de la niebla que se produce por efecto de la vegetación (Westman, W.E. y Whittaker, 1975).

4.3 Aspectos fitosanitarios

Diversos estudios (Cobb y Libby, 1968, Parker y Collins, 1966) han determinado que la especie es más resistente a Dothistroma pini ("tizón banda roja") que Pinus radiata. Se comprobó en su área de dispersión natural que rodales cercanos a bosques de Pino Insigne infectados con este hongo, no presentaban daño alguno.

En cambio sí presentaba susceptibilidad al ataque de Diplodia pinea, según lo demuestran antecedentes obtenidos en bosques naturales de la Isla de Santa Cruz y plantaciones de Nueva Zelanda (Birch, 1936 en Hund, 1969).

4.4 Crecimiento de Pinus muricata como especie exótica

Es poco conocida como especie para forestación en el mundo y más bien ha sido introducida como arboretos en Gran Bretaña, República de Sudáfrica, Rhodesia y en los países del Mediterráneo (Shelbourne, 1974).

No obstante, ha sido intensamente ensayada en Nueva Zelanda y Australia, con resultados similares..

La variedad verde P. muricata ha sido descartada como especie para forestación en Nueva Zelanda, debido a las malas características que presentan los árboles: mala forma, gran cantidad de conos adheridos al fuste y menor crecimiento que la variedad azul.

En el mismo país, estudios comparativos de la variedad azul con Pino Insigne en rodales de la misma edad y en condiciones normales de sitio superiores a 600 m de altitud, mostraron que la altura media de P. muricata superaba en 85% a P. radiata. (Shelbourne, 1974).

El siguiente cuadro presenta los resultados obtenidos en un ensayo de procedencias en la localidad de Rei's Pinch, cerca de Canberra en Australia. Se seleccionaron 6 procedencias de P. muricata de tal modo de abarcar todo el rango latitudinal de distribución de la especie (están ordenadas de Norte a Sur) y 3 procedencias continentales de P. radiata.

El diseño consideró parcelas de 0,04 ha por cada procedencia.

Origen	Altura media (m) (*)	D.A.P. medio (cm.) (**)	Densidad (árb/ha)	Area basal (m2/ha)
<u>P. muricata</u>				
Trinidad Head	18,4	21,5	1.548	59,0
Fort Bragg	18,9	24,1	1.387	65,2
Inverness	17,5	21,5	1.613	62,6
Monterrey	17,3	21,0	1.161	42,6
Lompoc	17,1	24,6	1.000	52,8
San Vicente	16,6	20,1	1.129	40,6
<u>P. radiata</u>				
Monterrey	20,1	20,5	1.406	53,1
Año Nuevo	20,4	20,6	1.567	60,3
Cambria	18,6	18,8	1.097	33,9

(*) Definido como la altura media de los 124 árboles de mayor DAP c/c por ha.

(**) Excluyendo las hilera de aislación.

4.5 Utilización

La madera de Pinus muricata posee propiedades físico-mecánicas muy similares a Pinus radiata. Experiencias realizadas con probetas de ambas especies en Australia (Shelbourne, 1974), han demostrado que la madera de P. muricata presenta un secado levemente más rápido que P. radiata (5 - 10%) y que ambos presentan valores similares de contracción radial y tangencial.

En nuestro país, la División Industrias Forestales, del INFOR, ha determinado que las propiedades de Pinus muricata son comparables a los de Pinus radiata (INFOR, 1981). El peso específico de la madera varía entre 342 (VII Región) y 402 kg/m³ (VIII Región). Pino Insigne tiene 405 kg/m³.

Las propiedades pulpables de P. muricata son buenas, similares a P. radiata, como así también sus posibilidades de resinación. Un análisis del contenido de resina de ambas especies entregó los siguientes resultados en Nva. Zelandia (Shelbourne, 1974).

Especie	Contenido de resina (%)	
	Duramen	Albura
P. muricata (Azul)	10,2	2,2
P. muricata (verde)	8,7	2,5
P. radiata	5,8	1,8

Se puede apreciar que el contenido de resina de P. muricata prácticamente duplica el % de P. radiata.

5. METODOLOGIA

Se ha considerado interesante realizar una comparación del crecimiento de P. muricata con P. radiata, en distintos sitios de la zona centro-sur del país. Con este propósito se incluirán en el análisis distintos lugares de ensayos establecidos por INFOR en la región.

5.1 Criterios de selección de los sitios (Lugares)

Se trató de cubrir un amplio rango geográfico, de tal modo de evaluar el comportamiento de ambas especies, en distintas características de sitio.

Desafortunadamente P. muricata no ha sido experimentado en zonas de crecimiento marginal para P. radiata, como hubiese sido lugares de mayor altitud, con mayor frío, o en suelos pobres donde ha sido recomendado por investigadores extranjeros.

En definitiva, se adoptaron los siguientes criterios en la elección de los lugares de ensayo:

1. Que estuvieran geográficamente dentro del rango de mejor
mejor crecimiento de P. Insigne (VII, VIII y IX Región)
2. Que las plantaciones experimentales en los lugares de ensayo permitieran la comparación de las especies a una edad similar.

5.2 Caracterización de los sitios

Se seleccionaron 5 ensayos, cuyas características son las siguientes:

SITIO 1.

LAS CAÑAS	Ubicación	: Constitución (VII Región)
	Altitud	: 150 m s.n.m.
	pp anual	: 942,8 mm.
	T° anual °C	: 8,9 min/13,9 med/19,2 máx.
	Tipo bioclimático	: Mediterráneo-Húmedo-Septentrional
	Gran grupo Suelos	: Transición Pardo No Cálcico-Lateritas pardo Rojizas
	(*) U.E.H.	: Chillán (16)

SITIO 2.

LEONERA	Ubicación	: Tomé (VIII Región)
	Altitud	: 120 m s.n.m.
	pp anual	: 1.308,2 mm.
	T° anual °C	: 7,2 min/12,4 med/18,8 máx.
	Tipo bioclimático	: Mediterráneo-Húmedo-Meridional
	Gran grupo Suelos	: Transición Pardo No Cálcico-Lateritas Pardo Rojizas.
	U.E.H.	: Concepción (19)

SITIO 3.

SAN LUIS	Ubicación	: Mulchén (VIII Región)
	Altitud	: 280 m s.n.m.
	pp anual	: 1.310,5 mm
	T° anual °C	: 8,1 min/13,7 med/20,1 máx.
	Tipo Bioclimático	: Mediterráneo-Húmedo-Meridional
	Gran Grupo Suelos	: Transición Pardo No Cálcico-Lateritas Pardo Rojizas.
	U.E.H.	: Concepción (19)

(*) Definidas como Unidades Edafoclimáticas Homogéneas, por el Instituto Forestal (INFOR, U.CH., 1979).

SITIO 4

ANTIQUINA	Ubicación	: Cañete (VIII Región)
	Altitud	: 60 m s.n.m.
	pp anual	: 1.302 mm
	T° anual °C	: 9,6 min/13,0 med/17,4 máx.
	Tipo Bioclimático	: Mediterráneo- Per-Húmedo
	Gran Grupo Suelos	: Lateritas Pardo Rojizas
	U.E.H.	: Arauco (22)

SITIO 5

CAMPAMENTO	Ubicación	: Victoria (IX Región)
	Altitud	: 330
	pp anual	: 1.329,3
	T° anual	: 5,1 min/12,4 med/17,0 máx.
	Tipo Bioclimático	: Mediterráneo-Húmedo-Meridional
	Gran Grupo Suelos	: Lateritas Pardo Rojizas
	U.E.H.	: Traiguén (25)

5.3 Parámetros analizados

Se dispuso por cada lugar de ensayo de 3 parcelas experimentales, con una superficie de 0,04 ha., a un distanciamiento de 2 x 2 m., sin considerar las hileras de aislación.

En cada parcela experimental (3 por lugar y especie) se midieron:

- D.A.P. (cm)
- Altura total (m)
- Supervivencia (%)

A partir de estos antecedentes, se calcularon los siguientes parámetros:

1. Estimación de la calidad de sitio para P. radiata. Se determinó el índice de sitio en función de la altura promedio de los 6 árboles de mayor crecimiento (los 3 árboles de mayor D.A.P. y los 3 de mayor altura). Se usaron para ello las curvas isomórficas de índice de sitio para zonas agrupadas de Oscar García (1970)
2. Densidad: Se estimó el número de árboles por ha., sin incluir los árboles dañados o de mala forma.
3. Area Basal
4. D.A.P. medio por especie y ensayo
5. Altura total por especie y ensayo
6. Volumen cúbico medio por especie y ensayo, se usó para la estimación la fórmula $VOL = - 0,017907 + 0,000028501 DAP2H$ que no considera la forma y es de mayor precisión en un rango diámetro inferior a 25 cm. (Bennewitz, Comunicación Personal)
7. Incremento medio anual en:
 - AB (m²/ha/año)
 - H (m/ ha/año)
 - VOL (m³/ha/año)
8. Relación de Incremento medio anual de P. muricata con respecto a P. radiata, en términos porcentuales:
 - AB
 - H
 - VOL

9. Indicadores de dispersión de las estimaciones de DAP, altura total y volumen:

- Valores máx. y mín.
- Desviación standard ($S\bar{x}$)
- Coeficiente variación (CV)

Algunos de los parámetros fueron calculados por un programa FORTRAN que se incluye como Anexo.

5.4 Diferencias significativas en altura y volumen medio entre P. muricata y P. radiata.

Se efectuó la prueba de "t", para grupos no apareados, a 2 niveles de significación ($\alpha=0,05$, $\alpha=0,01$) para comparar la altura y el volumen medio de ambas especies en cada lugar de ensayo.

Los parámetros altura y volumen se compararon en términos absolutos, es decir prescindiendo de la variación en edad de las plantaciones. En el caso de probarse diferencias significativas, se realizó un segundo análisis, esta vez con los valores de incremento medio anual para descartar el efecto de la edad. Así las diferencias en cualquiera de los 2 parámetros analizados debe atribuirse a la especie exclusivamente, ya que las características de sitio son las mismas.

6. RESULTADOS

Se presentan tabulados los resultados del análisis comparativo entre P. muricata y P. radiata en 5 localidades, para los parámetros considerados. Además se entregan en otro cuadro los indicadores de dispersión de los estimadores.

CUADRO N° 6. | Resultados del Análisis Comparativo entre
P. muricata y P. radiata en 5 localidades

Ensayo y Especies	Edad	Indice de sitio (edad clave 20 años)	Densidad (árbo/ha)	Area Basal (m ² /ha)	D.A.P. (cm)	Altura (m)	Volumen (m ³ /ha)	Incremento Medio Anual			Relación de Incremento (1) P. muricata : P. radiata		
								Area Basal (m ² /ha/año)	Altura (m /año)	Volumen (m ³ /ha/año)	Area Basal	Altura	Volumen
1. LAS CASAS													
- P. muricata	15		1.800	39,12	16,2	17,1**	223,2	2,6080	1,14	14,80	93	101	87
- P. radiata	16	27	2.133	44,85	15,9	18,0	271,1	2,8030	1,12	16,94			
2. LEONERA													
- P. muricata	16		2.500	61,67	17,2	20,1**	420,3	3,8547	1,26**	26,27	124	80	97
- P. radiata	15	38	1.933	46,76	16,8	23,7	404,7	3,1171	1,58	26,98			
3. SAN LUIS													
- P. muricata	14		2.267	44,85	15,3	15,5**	215,3 *	3,2037	1,09**	15,38	79	78	56
- P. radiata	14	32	2.268	56,61	17,2	19,5	384,7	4,0437	1,40	27,48			
4. ANTIQUINA													
- P. muricata	15		2.033	66,82	19,9	17,0**	391,5	4,4549	1,13**	26,10	117	94	104
- P. radiata	16	34	1.733	60,73	20,7	19,2	401,9	3,7959	1,20	25,12			
5. CAMPAMENTO													
- P. muricata	13		2.367	51,61	16,4	13,8**	219,8	3,9700	1,06**	16,91	106	90	86
- P. radiata	13	27	1.700	48,55	18,4	15,4	254,5	3,7346	1,18	19,58			

* Dif. sig. α = 0.05

** Dif. sig. α = 0.01

CUADRO N° 2 Indicadores de dispersión de los estimadores

Ensayo y Especie	D.A.P. cc (cm)				Altura (m)				Volumen m ³ /ha cc			
	Valores		Desv. estandar	Coef. variacion	Valores		Desv. estandar	Coef. variacion	Valores		Desv. estandar	Coef. variacion
	máximo	mínimo			máximo	mínimo			máximo	mínimo		
1. LAS CAÑAS												
- P. muricata	23,0	8,0	3,59	22	22,0	7,5	2,93	17	309,8	163,5	76,7	34
- P. radiata	25,0	7,5	4,02	25	25,0	8,5	2,89	16	295,6	235,6	31,4	12
2. LEONERA												
- P. muricata	23,3	8,3	4,10	24	25,0	15,0	2,16	11	453,9	378,0	38,7	9
- P. radiata	30,0	7,4	5,24	37	34,0	12,0	4,54	19	464,7	316,7	77,9	19
3. SAN LUIS												
- P. muricata	26,0	7,0	4,11	27	17,5	11,5	1,50	10	204,7	234,8	17,0	8
- P. radiata	34,0	8,5	4,64	27	24,0	12,0	2,91	15	476,8	277,9	100,3	26
4. ANTIQUINA												
- P. muricata	30,0	8,0	4,84	24	20,0	11,0	2,22	13	432,8	326,1	57,3	15
- P. radiata	30,5	11,5	4,47	22	24,5	14,5	2,30	12	468,5	368,5	57,7	14
5. CAMPAMENTO												
- P. muricata	23,0	8,0	3,14	19	16,0	10,0	1,26	9	223,0	217,7	2,8	1
- P. radiata	28,0	8,0	5,12	29	19,5	7,5	2,37	15	287,9	197,5	49,7	20

7.- DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos con la P. muricata son interesantes, En la tabla resumen de los parámetros analizados es posible observar que su crecimiento en todos los sitios es similar a P. radiata con la excepción del ensayo San Luis (Mulchén).

Es importante destacar que la validez de las conclusiones estan limitadas a la edad de la comparación, puesto que el comportamiento futuro de la especie Pinus radiata es imprevisible.

Independiente de la calidad de sitio la altura media de los árboles de P. muricata es inferior a P. radiata. La diferencia en altura, no obstante es menor en sitios más pobres. Así por ejemplo, en el análisis estadístico efectuado se determinó que existen diferencias significativas en todos los sitios con la excepción de Las Cañas (I.S. $\neq$ 27).

El comportamiento de la especie en volumen es similar a P. radiata, pudiéndose concluir lo siguiente:

El volumen cúbico total de P. Muricata es similar a P. radiata, en todos los sitios con la excepción de San Luis.

Los mayores valores de volumen se obtuvieron en la VIII Región, en ensayos cerca de la Costa (Leonera y Antiquina) y los menores en los ensayos extremos dentro del rango geográfico considerado, es decir, la costa de la VII Región (Las Cañas) y el valle central de la IX Región (Campamento).

La diferencia de volumen entre P. muricata y radiata, se

va minimizando en la medida que aumenta la calidad del sitio. En el mejor sitio Leonera (I.S. = 38) el incremento medio anual en volumen de P. muricata es el 97% de radiata.

Del análisis estadístico efectuado entre los volúmenes medios, se determinó que sólo existen diferencias significativas al 95% de probabilidad, en la localidad de San Luis (Mulchén). Considerando que el error standard de la estimación está dentro de lo aceptable, la explicación del menor crecimiento de P. muricata debe buscarse en una limitante física del lugar (edáfica o climática).

Aún cuando los resultados desde el punto de vista Silvícola han sido satisfactorios, es necesario investigar otros 2 aspectos fundamentales para la especie:

- 1.- Precisar la variedad de muricata introducida al país. Como ya se destacó en los antecedentes de la especie existen 2 grandes variedades. Una verde, que corresponde a la zona sur de su distribución natural y que de acuerdo a las investigaciones realizadas en Australia y Nueva Zelandia es la de menor crecimiento y peor forma. La otra es la variedad azul (sureña) de mejor crecimiento y forma. La semilla del P. muricata ensayado por INFOR es procedente de Nueva Zelandia y presumiblemente de la variedad azul.
- 2.- Evaluar el comportamiento de Pinus muricata en zonas de mayor altitud y en condiciones de mayor frío, donde es considerada también una buena alternativa de forestación.

Podríamos concluir finalmente que la especie presenta varios aspectos interesantes:

- a) Tiene un comportamiento similar a P. radiata en cuanto a los parámetros analizados, especialmente en volumen, en distintos sitios.
- b) No presenta problemas fitosanitarios hasta el momento en los lugares de experimentación. Según la bibliografía consultada es particularmente resistente a Dothistroma pinu.
- c) Su madera tiene propiedades físico-mecánicas similares a P. radiata, según lo experimentado por investigadores en nuestro país. Algunos antecedentes bibliográficos, señalan que la madera de muricata es de gran aptitud pulpable y con un mayor contenido de resina que radiata.

Todos estos antecedentes de la especie la convierten en una real alternativa de forestación en la zona centro sur del país.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. COBB, F.W. Y LIBBY, W.J. 1968. Susceptibility of Monterey, Guadalupe Island, Cedros Island and Bishop Pines to *Scirrhia* (*Dothistroma*) *pinii*, the cause of Red Band Needle Blight. *Phytopathology* 58: 88-90.
2. CRITCHFIELD, W.B. 1967. Crossability and relationships of the Closed-Cone Pines, *Silvae Genet.* 16(3) 89-97.
- 3.- DI CASTRI Y HAJEK, 1975. Bioclimatografía de Chile. Manual de Consultas Vice-Rectoría Académica Universidad Católica de Chile. Santiago-Chile.
- 4.- DORAN, J.C. 1974. Variation in Growth of *Pinus muricata* Provenances and Comparison with *Pinus radiata*. *Australian Forest. Research.*
5. EVERARD, J.E. Y FOREST, D.F. 1974. Monterey Pine and Bishop Pine as plantation. Trees in Southern Britain. *Quarterly Journal of Forestry* 68 (2) 111-125.
6. GARCIA V., O. 1970. Indices de sitio para Pino Insigne en Chile Serie de investigación N° 2 Instituto Forestal Santiago de Chile.
7. HUNT, R.S. 1969. *Pinus Sabiniana* and *Pinus muricata* as host for *Biplochia pinea* in California. *Plant. Dis. Repr.* 53 (8): 675-677.
8. INFOR, 1979. Areas Cubiertas con ensayos de introducción de especies y ubicación de nuevas experiencias. Informe 2 Proyecto CONAF/PNUD/FAO/CHI-76-003. Santiago - Chile.
- 9.- ----, 1981. Características físico mecánicas de *Pinus muricata* y del *Eucaliptus nitens* crecido en Chile. División Industrias. Santiago - Chile.
10. KATTOULAR, M.E. Y KOCILER, C.S. 1965. Studies on the Biology of the Irregular Pine Scale. *Journal of Economic Entomology.* 58 (4) 727-730.
11. LIBBY, W.T., BANNISTER, M.H. Y LINIART, Y.B. 1968. The Pines of Cedros and Guadalupe Islands. *Journal Forestry.* 66(11) 846-853.

12. MIROV, N. The Genus Pinus. University of California. Berkeley. U.S.A
13. MORAN, I Y PADULA, M. 1964. Ensayos de Introducción de Pinos en Uruguay. ~~Informe de Silvicultura en Uruguay~~ Resumen en Forest Abstracts, 1967 (10: 212).
14. PARKER, A.K. Y COLLIS, D.G. 1966. Dothistroma Needle Blight of Pines in British Columbia. Forestry Chronicle. 42 (2): 160-161.
15. BRESTON, 1962. North American Trees. The Iowa State University Press. Iowa. U.S.A.
16. SANCHEZ Y HUGUET, 1959. Las Coníferas de México. Unasylva. 13(1).
17. SCOTT, C.W. 1961. Pino Insigne (Pinus radiata D.DON). Estudios sobre Silvicultura y Productos Forestales, N° 14, FAO, Roma.
18. SHELBOERNE, C.J.A. 1974. Recent Investigations of Wood Properties and Growth Performance in Pinus muricata. N.Z. Journ. of For. 19(1): 13-45.
19. SCHLATTER, J.E. 1977. La relación entre Suelo y Plantaciones de Pinus radiata D.DON en Chile Central. Análisis de la Situación actual y Planteamientos para su Futuro Manejo. Bosque. 2(1): 12-29.
20. MPRICHARD, J.M. Y CRAY, J.T. 1973. Papermaking Properties of Kraft Pulps from New Zealand Grown softwoods. Appita 27(3) 185-191.

ANEXO

```

C *****
C * ESTE PROGRAMA CALCULA PARAMETROS PARA UN ANALISIS *
C * COMPARATIVO DE PINUS MURICATA Y PINUS RADIATA *
C *****
DIMENSION NOMENS(6)
DIMENSION ESPECI(6)
SUMVOL=0
CONT =0
SUMAB = 0
SUMALT = 0
SUMDAP = 0
DISPLAY (3,800,LINE=5,POSITION=5)
800 FORMAT('INGRESE ESPECIE =')
ACCEPT (4,801,LINE=5,POSITION=21,PROMPT)ESPECI
801 FORMAT (6A2)
DISPLAY(3,10,LINE=10,POSITION=10)
10 FORMAT ('INGRESE ENSAYO =')
ACCEPT (2,20,LINE=10,POSITION=27,PROMPT)NOMENS
20 FORMAT (6A2)
DISPLAY(3,30,LINE=15,POSITION=20)
30 FORMAT ('INGRESE EDAD DE LA PLANTACION =')
ACCEPT (4,40,LINE=15, POSITION=52,PROMPT)NPLANT
40 FORMAT (I3)
WRITE(6,103)(ESPECI(I),I=1,6),(NOMENS(1),I=1,6)
103 FORMAT(/,34X,'INFORMACION BASICA DE TRES PARCELAS EXPERIMEN
$TALES DE',/49X,'PINUS ',6A2,' EN ',6A2)
WRITE(6,104)
104 FORMAT(///39X,'*DAP(CM)*',6X,'*ALTURA(M)*',5X,'*AB(M**2)*',5X,
$ '*VOLUMEN(M**3)*')
99 READ(5,100,END=200)DAP,ALT
100 FORMAT(F4.1,F4.1)
AB=3.1416*(DAP/100)**2/4
C CALCULO DE VOLUMEN SEGUN FORMULA INFOR
VOL=-0.017947907 + 0.000028501*DAP**2*ALT
SUMVOL=SUMVOL+VOL
CONT = CONT +1
SUMAB = SUMAB + AB
SUMALT = SUMALT + ALT
SUMDAP = SUMDAP + DAP
WRITE(6,105)DAP,ALT,AB,VOL
GO TO 99
105 FORMAT(41X,F4.1,12X,F4.1,12X,F5.4,12X,F5.4)
200 VOLMED=SUMVOL/0.03
CVOLMA=(SUMVOL/0.03)/NPLANT
ARB =CONT /0.03
ABMED = SUMAB/0.03
CABMA= (SUMAB/0.03)/NPLANT
ALTMED = SUMALT/CONT
CALMA =(SUMALT/CONT)/NPLANT
DAPMED = SUMDAP/CONT
WRITE(6,109)
109 FORMAT(40X,56(' '),/)
WRITE(6,106)
106 FORMAT(37X,'*** C A L C U L O P A R A M E T R O S ***')
WRITE (6,1001)(NOMENS(I),I=1,6)
1001 FORMAT(///50X,'-', 'ENSAYO =',6A2)
WRITE (6,2001)NPLANT
2001 FORMAT(50X,'-', 'EDAD PLANTACION = ',I3,'ANOS')
WRITE (6,110) VOLMED
110 FORMAT(50X,'-', 'VOLUMEN/HA =',F9.4,'m3')
WRITE(6,201)CVOLMA
201 FORMAT(50X,'-', 'INCR MED ANUAL VOLUMEN =',F6.2,'m3/ha/ano')
WRITE (6,111) ARB
111 FORMAT(50X,'-', 'NUMERO ARB/HA =',F9.1)
WRITE (6,112) ABMED
112 FORMAT(50X,'-', 'AREA BASAL/HA =',F9.4,'m2')
WRITE (6,202)CABMA
202 FORMAT(50X,'-', 'INCR MED ANUAL AREA BASAL =',F9.4,'m2/ha/ano')
WRITE (6,113) ALTMED
113 FORMAT(50X,'-', 'ALTURA MEDIA =',F5.1,'m')
WRITE (6,203) CALMA
203 FORMAT(50X,'-', 'INCR MED ANUAL ALTURA =',F4.2,'m/ano')
WRITE (6,114) DAPMED
114 FORMAT(50X,'-', 'D.A.P. MEDIO =',F5.1,'cm')
WRITE (6,115)
115 FORMAT(///,50X,'*** LOS VALORES POR HA SE HAN INFERIDO **')
WRITE (6,116)
116 FORMAT(50X,'*** A PARTIR DE 3 PARCELAS DE 0.01 HA **')
WRITE (6,117)
117 FORMAT(50X,'*** CON UN DISTANCIAMIENTO DE 2 X 2 M. **',///,
*13X,'*** DIVISION SILVICULTURA ** INSTITUTO FORESTAL ***')
END

```

PROPIEDADES FISICO-MECANICAS
DE LAS ESPECIES INTRODUCIDAS.

PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LAS ESPECIES INTRODUCIDAS

Vicente Antonio Pérez G. *

1. INTRODUCCION

Nuestro país, en la actualidad, está basando sus perspectivas de desarrollo forestal en el Pino Insigne, especie que ha dado buenos resultados debido a su crecimiento relativamente rápido y a sus diversos usos en la industria.

El género Eucalyptus también presenta buenas características de crecimiento y utilización, tanto en su lugar de origen (Australia), como en diversos países en los cuales su implantación ha tenido resultados favorables.

En Chile, el Instituto Forestal, introdujo hace unos 15 años, alrededor de 12 especies del género Eucalyptus, de las cuales sólo algunas han tenido un buen desarrollo.

Este estudio tiene como finalidad determinar las propiedades mecánicas y asociadas de 12 especies de Eucalyptus, las cuales han presentado mayor adaptación al medio y un buen desarrollo en cuanto a crecimiento.

Este informe contiene los datos obtenidos para el estado - verde de las 12 especies de Eucalyptus provenientes de 13 localidades

* Ingeniero Civil

Jefe de la División Industrias del Instituto Forestal

distribuídas a lo largo del territorio nacional, en las cuales se hizo el ensayo de introducción de estas especies madereras.

2. MATERIAL UTILIZADO

Se ensayaron las siguientes especies del género -
Eucalyptus.

1. *Eucalyptus bicostata*, Maiden, Blakely y Simmonds.
2. *Eucalyptus citriodora*, Hook.
3. *Eucalyptus cladocalyx*, F. Muell.
4. *Eucalyptus delegatensis*, R.T. Baker.
5. *Eucalyptus fastigata*.
6. *Eucalyptus globulus*, Labill
7. *Eucalyptus grandis*, Hill ex Maiden.
8. *Eucalyptus maidenii*, F. Muell.
9. *Eucalyptus niphophila*, Maiden y Blakely.
10. *Eucalyptus obliqua*, L. Herit.
11. *Eucalyptus regnans*, F. Muell.
12. *Eucalyptus nitens*

El material provenía de 13 distintos sitios, distri
buídos entre la quinta y la décima región, los cuales estaban ubica-
dos en los siguientes predios:

- Nombre del Predio : " Longotoma"
Provincia : Petorca (V Región)
Comuna : La Ligua.

- Nombre del Predio : " Peñuelas "
Provincia : Valparaíso (V Región)
Comuna : Valparaíso.

- Nombre del Predio : " Santa Marta "
Provincia : Valparaíso (V Región)
Comuna : Casablanca.

- Nombre del Predio : " Colenguado "
Provincia : San Antonio
Comuna : San Antonio

- Nombre del Predio : " Floresta "
Provincia : (Area Metropolitana)
Comuna : Melipilla.

- Nombre del Predio : " San Antonio de Petrel "
Provincia : Colchagua (VI Región)
Comuna : Pichilemu

- Nombre del Predio : " Las Cañas"
Provincia : Talca (VII Región)
Comuna : Pichilemu

- Nombre del Predio : " Antiquina "
Provincia : Arauco (VIII Región)
Comuna : Curanilahue

- Nombre del Predio : " San Antonio de Loncoche
Provincia : Cautín (IX Región)
Comuna : Loncoche.

- Nombre del Predio : " Trafún "
- Provincia : Valdivia (X Región)
- Comuna : Panguipulli

- Nombre del Predio : " Santa Ana "
- Provincia : Bío - Bío (VIII Región)
- Comuna : Mulchén

El número de árboles provenientes del muestreo que se hizo en los distintos sitios, para cada una de las 12 especies anteriormente señaladas, se detallan en el Cuadro N°1.

La distribución desuniforme de los árboles respecto de los sitios, se debió a factores ajenos al muestreo. Ejemplo La no existencia o desaparición de las parcelas de muestreo, o el desarrollo deficiente de la especie a muestrear.

Las edades de los diferentes árboles estaban comprendidas entre 8 y 14 años y sus diámetros (DAP) fluctuaban entre 15 y 34 cm.

El desglose de estas características se indica en el Cuadro N°2.

Cada árbol aportó dos trozas de 2,40 m de largo.

De cada troza se obtuvieron dos viguetas de 2" x 2" (5 x 5 cm) de sección transversal. La mitad de estas viguetas se destinaron a la obtención de las probetas a ser ensayadas en

CUADRO N° 1 : ORIGEN DEL MATERIAL UTILIZADO. NUMERO DE ARBOLES MUESTREADOS

NOMBRE DEL PREDIO ESPECIE	Longoto ma	Peñue las	Santa Marta	Colen guado	Flores ta	San An- tonio de Petrel	Las Cañas	Leonera	Antiqui na	Loncoche	Trafún	Santa	TOTAL POR ESPECIE
E. bicostata							3	3					6
E. citriodora	3												3
E. cladocalyx	3				3								6
E. delegatensis						3			3	3			9
E. fastigata						3	3	3	3				12
E. globulus	3	3	3	3		3	3	3	3	3			27
E. grandis									3				3
E. maidenii							3	3					6
E. niphophila											3		3
E. obliqua							3						3
E. regnans						3					3		6
E. nitens									3			3	6

CUADRO N° 2 EDAD Y DIAMETRO (DAP) DE LOS ARBOLES MUESTREADOS

ESPECIE NOMBRE	AR- BOL N°	P E R E D I O																							
		Longotoma		Peñuelas		Sta.Marta		Colengua- do		Floresta		San Antonio de Petrel		Las Cañas		Leonera		Antiquina		Loncoche		Trafún		Sta. Ana	
		EDAD años	DAP cm.	EDAD años	DAP cm.	EDAD años	DAP cm.	EDAD años	DAP cm.	EDAD años	DAP cm.	EDAD años	DAP cm.	EDAD años	DAP cm.	EDAD años	DAP cm.	EDAD años	DAP cm.	EDAD años	DAP cm.	EDAD años	DAP cm.	EDAD años	DAP cm.
Eucalyptus bicostata	1 2 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13 13 13	29,3 27,7 27,7	14 14 14	25,0 26,5 24,9	-	-	-	-	-	-	-	-
Eucalyptus citriodo- ra	1 2 3	11 11 11	20,0 27,0 15,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eucalyptus cladoca- lyx	1 2 3	12 12 12	21,0 20,0 22,6	-	-	-	-	-	-	12 12 12	24,0 18,2 19,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eucalyptus delega- tensis	1 2 3											8 8 8	27,0 29,9 25,1					11 11 11	24,1 23,3 29,0	11 11 11	24,8 24,7 22,6				
Eucalyptus fastiga- ta	1 2 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11 11 11	22,9 20,0 21,6	11 11 11	22,0 22,3 22,9	13 13 13	31,8 25,5 27,4	13 13 13	33,7 28,3 25,8	-	-	-	-	-	
Eucalyptus globulus	1 2 3	13 13 13	24,0 24,0 24,0	12 12 12	21,0 24,0 22,0	11 11 11	22,0 18,0 18,0	13 13 13	25,5 20,7 23,8	-	-	11 11 11	25,1 26,6 20,0	12 12 12	22,9 26,4 24,5	13 13 13	25,7 25,2 27,4	13 13 13	24,0 25,5 27,0	11 11 11	22,5 25,7 24,3	-	-	-	
Eucalyptus grandis	1 2 3																	11 11 11	21,9 23,3 23,7						
Eucalyptus maidenii	1 2 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		27,7 25,5 25,5	14 14 14	25,7 24,8 26,2	-	-	-	-	-	-	-	
Eucalyptus niphophila	1 2 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12 12 12	34,5 28,0 27,5	-	
Eucalyptus obliqua	1 2 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14 14 14	28,2 27,9 24,2	-	-	-	-	-	-	-	
Eucalyptus regnans	1 2 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11 11 11	22,9 22,3 22,9	-	-	-	-	-	-	-	-	12 12 12	22,3 24,8 19,4	-	
Eucalyptus nitens	1 2 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12 12 12	27,0 29,0 31,0	-	-	-	-	12 12 12	

estado verde y, la otra mitad, para las probetas a ensayar en estado seco al aire ($H \approx 12\%$).

Se obtuvo así, en la mayoría de los casos, 6 probetas por especie de eucalyptus y por sitio.

En resumen :

- N°de árboles por especie y por sitio	:	3
- N°de trozas por árbol	:	2
- N°de probetas por troza y por estado	:	1
TOTAL de probetas por especie, por sitio y por estado : $3 \times 2 \times 1 =$		6

3. DESARROLLO DE LA PARTE EXPERIMENTAL

Propiedades Estudiadas

De acuerdo a las prescripciones de las normas chilenas del I.N.N. se investigaron las siguientes propiedades : flexión estática, flexión dinámica, compresión paralela, compresión normal, cizalle paralelo , tangencial y radial, tracción normal a las fibras tangencial y radial dureza normal y paralela y extracción de clavo normal y paralela.

De cada una de las probetas se extrajeron muestras para determinar las siguientes propiedades físicas asociadas : el contenido de humedad y la densidad basada en :

- a) Masa y volumen de la madera en el momento del ensayo (densidad aparente).

- b) Masa seca al horno y volumen en el momento del ensayo (densidad básica).
- c) Masa y volumen seco al horno (densidad anhidra).

Método de Ensayo

El método de ensayo usado se ajustó esencialmente a las prescripciones de las normas chilenas.

Se tuvo especial cuidado en que la selección de los elementos se hiciese al azar, especialmente en lo que se refiere a la ubicación - de las viguetas en las trozas y a la elección de las probetas en las viguetas.

Una vez obtenidas las viguetas para las determinaciones y ensayos en el estado verde, ellas se almacenaron en un depósito con agua hasta su procesamiento. Las viguetas destinadas al ensayo en estado seco al aire, permanecieron encastilladas hasta que se obtuvo el contenido de humedad apropiado para su procesamiento.

Equipo

Los ensayos se efectuaron en la máquina universal de ensayo marca AVERY (capacidad máxima 5.000 Kg) con que cuenta el INSTITUTO FORESTAL, a excepción del ensayo de compresión paralela, que se realizó en las instalaciones del Instituto de Investigaciones y Ensayos - de Materiales (IDIEM) de la Universidad de Chile.

Resultados

Los resultados obtenidos en los diferentes ensayos y determinaciones se encuentran detallados en la Tabla N°1 (para el estado verde).

Cada una de las muestras formadas por los resultados de un determinado tipo de ensayo, fué sometida a la eliminación de valores extremos muy improbables, efectuada de acuerdo a las indicaciones de la norma ASTM D 178-61T.

Para cada una de las propiedades (x) estudiadas, se calculó la media ($\bar{x}$), la desviación estándar (S_x) y el coeficiente de variación (V_x) de las n probetas correspondientes.

En casi todas las Tablas se han incluido estos valores, a fin de destacar el comportamiento de la especie, en lo que se refiere a variabilidad de los datos en cada uno de los ensayos.

La Tabla N°2 da los datos de propiedades mecánicas y asociadas de otras especies madereras comerciales, en estado verde.

La Tabla N°3 entrega las relaciones entre las propiedades mecánicas que habitualmente se determinan y los usos específicos de las maderas.

TABLA N° 1

COMPARACION DE LAS PROPIEDADES DE LAS DIFERENTES ESPECIES DE EUCALYPTUS
ESTADO : VERDE

E S P E C I E	Peso Espe- cifi- co	FLEXION			TENACIDAD		COMPRESION				TRACCION NORMAL		DUREZA		CIZALLE		CLIVAJE		EXTRACCION DE CLAVO						
		Ten- sion Lim- ite Prop.	Módulo de Rotu- ra	Módulo de Elasti- cidad	TANG. Resist. Máx.	RADIAL Resist. Máx.	PARALELA			NORMAL		TANG. Tens. Rotu- ra	RAD. Tens. Rotu- ra	NOR- MAL Carga Máxi- ma	PARA- LELA Carga Máxi- ma	TANG. Tens. Rotu- ra	RAD. Tens. Rotu- ra	TANG. Tens. Rotu- ra	RAD. Tens. Rotu- ra	NOR- MAL Carga Máxi- ma	PARA- LELA Carga Máxi- ma				
							T _g N.cm	T _r N.cm	E _{cp} Kg/cm ²	R _{cp} Kg/cm ²	E _{cp} Ton/cm ²											E _{cp} Kg/cm ²	R _{cp} Kg/cm ²	E _{cp} Ton/cm ²	R _{cp} Kg/cm ²
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)				
E. bicostata - Las Ca- ñas	532	532	820	84,36	6493	6250	260	297	90,89	81	163	73	49	561	577	109	94	92	70	163	147				
E. bicostata - Leonera	543	601	799	105,53	5709	5105	242	340	124,46	87	172	62	44	549	556	114	93	84	63	150	88				
E. citriodora - Longoto- ma	654	462	862	102,73	5311	6078	238	338	104,47	96	167	73	50	700	689	102	86	82	67	157	105				
E. cladocalyx - Longoto- ma	712	-	-	-	4059	4117	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
E. cladocalyx - Floresta	607	450	752	89,26	3521	2992	222	343	91,46	107	158	54	45	695	734	121	102	102	79	177	129				
E. delegatensis - San An- tonio de Petrel	437	302	594	74,49	4687	3746	182	250	78,83	53	119	44	37	396	402	79	66	83	47	85	55				
E. delegatensis - Antiqui- na	395	376	543	71,63	3413	2928	170	233	82,44	52	96	43	35	332	401	84	67	54	49	104	62				
E. delegatensis - Loncoche	421	408	606	66,85	3660	3022	228	272	74,04	76	161	55	37	440	493	104	90	63	65	106	70				
E. fastigata - San An- tonio de Petrel	455	517	768	87,85	3710	3896	243	329	93,40	74	162	45	42	513	582	112	87	80	61	120	82				
E. fastigata - Las Ca- ñas	433	517	768	87,55	3983	3960	214	307	97,96	72	155	42	36	532	589	108	91	74	59	115	74				
E. fastigata - Leonera	462	502	810	83,72	3747	3700	226	314	98,02	72	162	45	45	515	556	112	85	82	62	119	86				
E. fastigata - Antiqui- na	417	443	704	79,40	3195	3208	227	309	85,57	69	147	52	43	478	528	108	83	77	66	114	77				
E. globulus - Longoto- ma	530	515	804	100,63	4077	3903	222	310	114,90	70	151	62	53	503	560	105	95	76	67	125	86				
E. globulus - Peñuelas	491	458	692	83,94	5474	5114	226	303	91,47	66	164	43	42	474	548	93	78	74	69	103	72				
E. globulus - Sta. Mar- ta	519	520	814	104,82	4471	4076	235	321	105,17	77	139	43	45	550	618	100	86	73	70	123	77				
E. globulus - Colen- guado	485	449	750	87,27	5029	4340	233	301	88,62	67	140	50	36	466	546	92	83	73	73	108	68				
E. globulus - San An- tonio de Petrel	509	357	700	98,53	4579	5120	223	290	116,66	55	138	37	38	404	420	85	76	89	46	123	71				
E. globulus - Las Ca- ñas	506	354	736	92,34	4722	4445	207	311	116,08	66	153	37	34	395	397	90	77	86	46	122	69				
E. globulus - Leonera	521	590	808	135,04	3932	4112	278	326	155,76	65	135	32	30	504	506	94	74	46	51	150	74				
E. globulus - Antiqui- na	505	501	732	114,63	5333	4947	221	289	110,75	64	114	50	47	484	518	99	78	88	62	124	76				
E. globulus - Loncoche	428	476	682	78,64	5969	5520	231	289	89,52	54	128	57	33	415	438	89	76	68	63	108	62				
E. grandis - Antiqui- na	470	428	597	83,65	3422	2964	168	252	93,10	54	103	46	34	404	431	89	67	64	44	110	60				
E. maidenii - Las Ca- ñas	544	591	859	99,81	6383	5483	265	327	112,00	73	155	57	47	520	554	102	77	84	66	154	94				
E. maidenii - Leonera	545	605	864	138,17	6292	5776	278	353	145,63	80	166	52	48	578	572	106	86	75	63	148	87				
E. niphophylla - Trafún	347	329	504	61,00	2898	2418	172	217	60,75	55	121	50	35	319	361	85	65	59	45	78	39				
E. obliqua - Leonera	465	475	691	88,07	3418	3191	254	287	92,04	67	134	54	34	436	453	89	69	64	48	112	70				
E. regnans - San An- tonio de Petrel	412	464	680	79,31	3750	3439	244	278	88,69	48	100	40	34	378	419	77	65	57	44	100	63				
E. regnans - Trafún	372	336	538	64,32	2877	2270	120	211	64,56	51	114	44	39	314	361	80	70	59	46	86	40				
E. nitens - Antiqui- na	380	299	558	81,50	3108	3229	180	249	78,80	44	130	60	42	377	395	81	60	62	53	82	50				
E. nitens - Santa Ana	467	436	739	112,00	4910	4944	248	304	105,30	65	156	73	47	465	508	100	75	81	54	104	74				

(2) Basado en el peso seco al horno (103 ± 2°C) y en el volumen verde

TABLA N° 2

PROPIEDADES MECANICAS DE ESPECIES MADERERAS QUE CRECEN EN CHILE.

Estado: Verde.

ESPECIE	Peso Espe- cífico	FLEXION			TENACIDAD		COMPRESION						TRACC. NORMAL		DUREZA		CIZALLE		CLIVAJE		EXTRACC. DE CLAVO	
		Tens. Lím. Prop.	Mód. de Rotura	Mód. de Elasti- cidad.	TANG. Resis- tencia Máxima	RADIAL Resis- tencia Máxima	PARALELA			NORMAL			TANG.	RADIAL	NOR- MAL	PARA- LELA	TANG.	RADIAL	TANG.	RADIAL	NOR MAL	PARA LELA
		σ_f	R_f	E_f	T_t	T_r	σ_{cp}	R_{cp}	E_{cp}	σ_{cn}	R_{cn}	E_{cn}	R_{tnt}	R_{tnr}	R_{dp}	R_{dn}	R_{czt}	R_{czn}	R_{cvt}	R_{cvr}	R_{clp}	R_{cln}
		Kg/m ³	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Ton/cm ²	N . cm	N . cm	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Ton/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg	Kg	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm	Kg/cm	Kg	Kg
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	
ALERCE	400	275	422	66,0			147	189	81,8	21		15		220	200	55					222	
CIPRES	420	242	420	69,5			153	198	86,0	30		18		240	220	58						
MAÑO	480	285	495	79,6			177	227	98,2	40		34		328	298	70						
PINO ARAUCA- RIA	470	282	450	83,8			170	230	67,2	42	85	58	24	264	258	72	58	50	32			
PINO INSIGNE	405	190	357	65,5			86	149	66,2					178	149	51	44	35	29	21	44	
ALAMO	281	188	353	50,6			78	162	68,5	17	40	52	35	129	100	48	40	42	33			
COIHUE	510	315	522	83,3			198	258	92,5	108	158	70	53	379	391	94	71	75	64			
EUCALIPTO	625	400	768	118,5			233	365	137,5	74	179	100	68	402	366	125	98	95	72			
LAUREL	400	225	392	66,0			147	189	81,8	21		24		220	200	55						
LINGUE	490	294	505	81,5			180	231	100,0	42		45		340	310	71						
LUMA	1050	800	1150	160,0			397	496	294,8	230		80				150						
OLIVILLO	470	280	480	77,0			173	222	96,3	38		32		320	280	68						
RAULI	500	365	579	82,1			196	288	82,7	49		45		339	284	83	63	53				
ROBLE		359	531	87,7			144	263	110,9	97		57		410	428	89	67	65				
ULMO	570	403	662	103,7			191	301	110,3	62	126	110	55	334	253	98	94	83	64			
LENGA	464	253	496	79,2			159	216	87,8	35	71	40	24	317	254	74	64	52	37	38	76	
TEPA	432	256	524	81,9			162	214	85,5	41	84	42	28	322	250	71	59	55	40	47	88	

Pino Oregón

(2) Basado en el peso seco al horno (103 ± 2 °C) y en el volumen verde.

TABLA N° 3

RELACION PROPIEDADES MECANICAS Y USOS ESPECIFICOS

USOS ESPECIFICOS	PROPIEDADES MECANICAS	COMPRESION		FLEXION		DUREZA	CIZALLE	CLIVAJE	IMPACTO
		Paralela	Normal	Estática	Dinámica				
	Pundaciones. Pilotes	x		x					
	Estructura. Vigas			x	x		x		
	Muros. Estructuras	x		x		x			x
	Revest. Ext.					x			x
	Revest. Int.								
	Pavimentos. Tablas			x		x		x	
	Parquet								
	Adoquin	x							
	Puertas			x					x
	Ventanas			x					x
	Cubierta Tejucla							x	x
	Persianas					x			x
	Muebles	x		x				x	
	Moldajes	x		x	x				
	Uniones		x					x	
	Madera Clavada (s)					x		x	
	Madera Apornada (s)	x	x				x	x	
	Durmientes	x	x	x					
	Cuñas	x	x			x			
	Embalajes			x				x	x
	Tonelería			x				x	x
	Manijas Herramientas	x	x			x		x	x
	Implementos Deportivos	x		x		x			x
	Ejes			x					x
	Roldanas					x	x		
	Constr. Naval. Marcos			x					x
	Entablados			x					x
	Cubiertas			x					x
	Mástiles			x					x

x : Si la especie, tiene buena la resistencia señalada es apta para el uso especificado.

APTITUD PULPABLE DE LAS
PRINCIPALES ESPECIES
INTRODUCIDAS,

APTITUD PULPABLE DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE EUCALIPTO

INTRODUCIDAS EN CHILE

Roberto Melo S. y José Paz P.
Facultad de Ingeniería
Universidad de Concepción, Chile

Introducción

La creciente utilización de especies de eucalipto en la fabricación de papel, originada por la escasez de coníferas, para satisfacer la demanda de materias primas vegetales con destino a la industria papelera a nivel mundial, ha inducido a los países, que disponen de estos recursos o tienen las condiciones favorables para crearlas, a realizar estudios sistemáticos, orientados a conocer técnicas específicas de utilización de estas especies (1).

Los resultados obtenidos hasta la fecha, han tenido pleno éxito y la producción ha ido en aumento, fabricándose papeles de todo tipo, incluso papel prensa, en cuya composición entra en mayor o menor proporción la pasta de eucalipto (2) (3) (4) (5) (6) (7).

En el caso particular de nuestro país, se dispone de un recurso fibroso, de excelentes características, desde el punto de vista papelerero, el pino insigne (*Pinus radiata* D. Don), pero se hace necesario incluir especies de fibra corta, que permitan mejorar la calidad de algunos papeles, con reemplazo parcial o total de la fibra larga en uso, según sea el caso.

El desarrollo de la forestación con variedades de eucaliptos proporcionaría una serie de ventajas, algunas de las cuales se pueden resumir en la forma siguiente:

- Permitiría la reforestación en terrenos externos al área pinera, recuperando rápidamente suelos clasificados como de exclusiva aptitud forestal, actualmente sin uso.

- La plantación fuera y/o dentro de la zona pinera asegura una diversificación conveniente de la reforestación, cuya tendencia al monocultivo ha sido objeto de preocupación permanente.

- Facilitaría la disponibilidad de un tipo de fibra, catalogada como "fibra noble" por países donde hay una experiencia de muchos años en su utilización y cuya falta se hace sentir en la industria nacional. En el Congreso de EUCEPA, en 1977, se reconoció esta clasificación, enfatizando la necesidad de complementar los estudios sobre utilización de los eucaliptos que "muestran mejores perspectivas a medida que se avanza en su conocimiento" (8).

La selección de la o las especies que deberán recomendarse para programas futuros de forestación en zonas específicas necesita tanto de los antecedentes silviculturales como de las características tecnológicas de las especies.

En este trabajo se establece la aptitud pulpería comparativa de aquellas especies de eucaliptos que han demostrado las mejores respuestas de aclimatación. Experimentando con material recogido en parcelas establecidas por el Instituto Forestal entre los años 1962-1967 en la zona ubicada entre los paralelos 32 y 40 de latitud Sur, correspondiente a las especies *E.bicostata*, *E.delegatensis*, *E.globulus*, *E.grandis*, *E.maidenii*, *E.obliqua*, *E.regnans*, *E.cladocalyx*, *E.citriodora* y *E.fastigata*.

En muestras constituidas por trozos extraídos de tres árboles de cada especie, de cada sitio, determinamos las propiedades físicas y químicas de las maderas y estudiamos sus respuestas frente al proceso de cocción kraft y blanqueo con la secuencia CEDED. Finalmente determinamos las características biométricas de las fibras, las propiedades fisicomecánicas de las pulpas individuales de alta blancura y el comportamiento en mezcla en dos de las especies estudiadas con fibra larga de pino insigne.

Parte experimental

La muestra recogida en las diferentes parcelas experimentales, cuya ubicación aproximada se indica en Figura N°1, fue supervisada por especialistas de la División de Silvicultura del Instituto Forestal. Se eligieron tres árboles de cada especie, en cada parcela, considerados representativos dentro de la limitación existente en cuanto a número de individuos disponibles.

De cada árbol se cortaron tres trozos de 0,60 metros de largo en posiciones inferior, media y superior, hasta 3" de diámetro, aproximado.

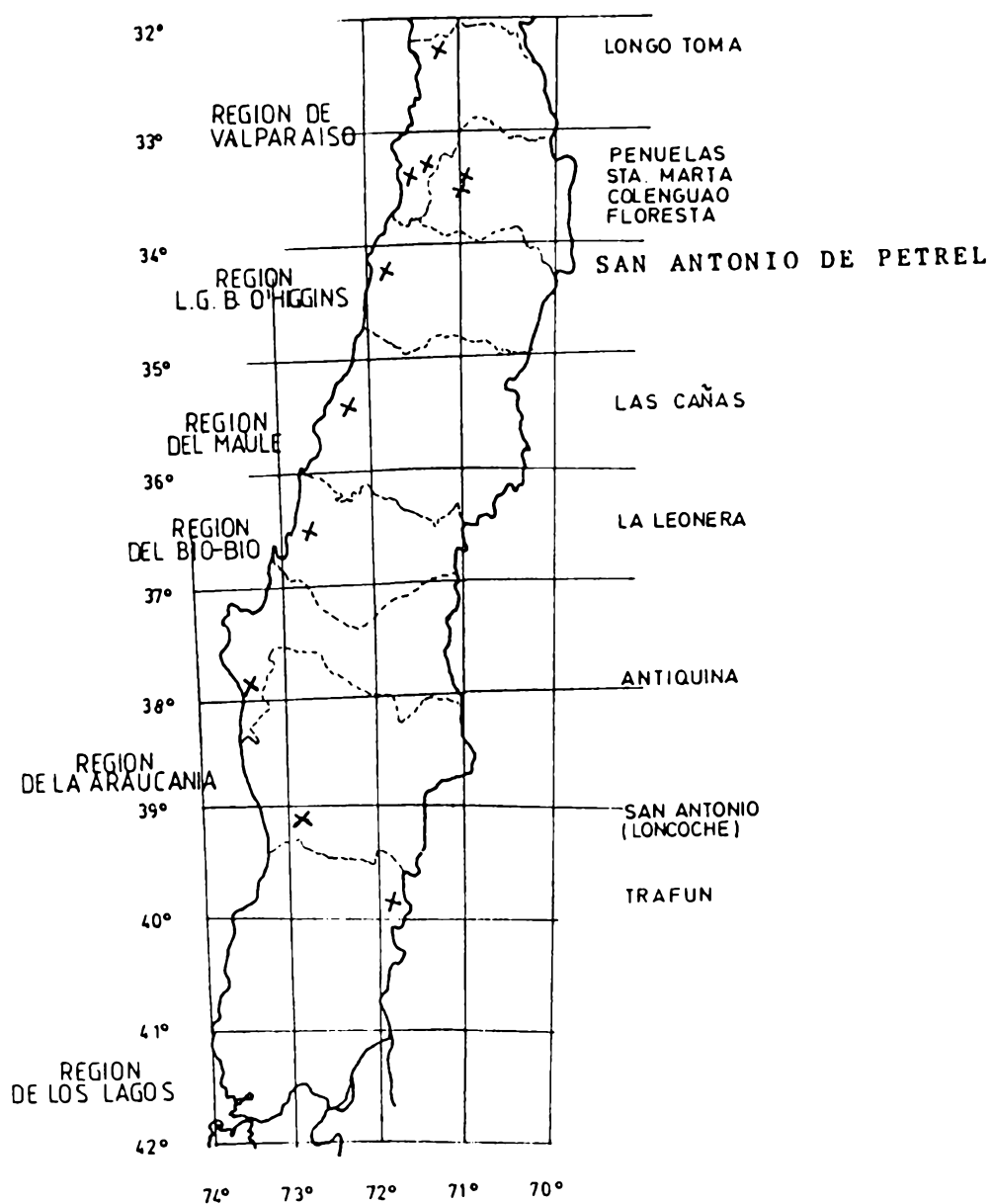
Después de separar rodajas para efectuar determinaciones físicas, el material se descortezó y astilló en un astillador Condux, con disco de 24". Posteriormente, las astillas secas al aire se clasificaron en un harnero Williams, con perforaciones circulares, recogiendo la fracción comprendida entre +1/8 y -1". En una fracción representativa de astillas se determinaron las características químicas de las maderas y las propiedades biométricas de las fibras.

Las experiencias de cocción tendieron a producir una pasta de calidad blanqueable con un rendimiento clasificado máximo e Índice de Kappa inferior a 25.

El material de la misma especie, procedente de diferentes sitios se ordenó según su densidad, iniciándose los ensayos de cocción con la densidad intermedia en el rango.

Al efecto se experimentó con un digestor "M/K System" con recirculación del licor, prefijando el nivel de carga

FIGURA N°1
UBICACION DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES



de reactivos en el tiempo hasta temperatura máxima y variando las condiciones de temperatura máxima (160-170°C) y tiempo a temperatura máxima (90-120 min), de tal forma de tener una distribución de Factor H en el margen de 500 a 2000.

Las respuestas controladas fueron: rendimientos total y clasificado, rechazos y lignina residual (Indice Kappa).

Con estos antecedentes se seleccionaron pulpas de cada especie y se sometieron al proceso de blanqueo con la secuencia CEDED.

Las pulpas blanqueadas se refinaron, mediante una batidora PFI, a diferentes grados de refinación.

Las mezclas con fibra larga se hicieron con las especies de *E. maidenii* y *E. globulus*, consideradas, la primera como la que presenta mejores aptitudes para producir pastas celulósicas, tanto por las propiedades de la madera como por sus respuestas al proceso de cocción y las propiedades de la pasta y la segunda, en parte por estas razones y porque existe una superficie de plantaciones importantes.

Las mezclas se hicieron con las pulpas de eucalipto refinadas hasta 40°SR y la pulpa kraft de pino insigne sin refinar, pretendiendo evaluar el comportamiento de la fibra corta pero sin buscar la optimización de la mezcla.

Resultados

Los valores de las características físicas y químicas de las maderas se muestran en Tabla N°1.

Los resultados de las experiencias de pulpaje aparecen en Tabla N°2 y Gráficos N°1, 2.

En Tabla N°3 se presentan los resultados del proceso de blanqueo.

Las propiedades fisicomecánicas de las pulpas blancas refinadas se muestran en Tabla N°4 y Gráficos N°4, 5 y 6.

Las formulaciones papeleras y las propiedades fisicomecánicas de las mezclas se muestran en Tabla N°5 y Gráficos N°7 y 8.

Discusión de los resultados

Como el muestreo se efectuó en parcelas experimentales de tamaño reducido, las comparaciones buscadas por el estudio se ven limitadas porque no se encuentran las mismas especies en todos los sitios y el número de individuos incluidos no puede aumentarse.

La proporción promedio de corteza muestra diferencias claras entre especies y se ordena en un rango en que el valor mayor (*E. bicostata*) duplica el valor menor (*E. regnans*).

La densidad de las especies ensayadas caen en el margen de densidad considerada media (0,35-0,70 g/cm³). Valores determinados en diferentes países donde se utilizan eucaliptos de edades similares para la producción de pulpas como

Brasil, Sudáfrica, España y Portugal, son comparables con los encontrados en el estudio (10,11,12,13,14,15,16,17).

La longitud de fibra varía entre las especies examinadas, fluctuando los promedios por especie entre 0,76 y 1,0 mm. Estas cifras son comparables con las obtenidas por otros investigadores con árboles de la misma edad, considerando que la longitud crece desde la médula hasta la corteza, especialmente durante los primeros 10 a 15 años (18).

Los análisis químicos proporcionan cifras bajas para el contenido de extraíbles, con un máximo 2,47 por ciento b.m.s. para *E.bicostata*.

El contenido de lignina fluctúa, para todas las especies de todas las procedencias, entre 19,0 y 24,6 por ciento.

Los resultados de las experiencias de pulpage indican que todas las especies pueden producir rendimientos clasificados altos superiores a 51 por ciento, con Índice Kappa correspondientes inferiores a 24. En este comportamiento sobresalen *E.globulus* y *E.maidenii*, que combinan rendimientos más altos con Índice Kappa comparativamente menores.

El blanqueo de las pastas de madera de densidad intermedia demuestra que todos ellos alcanzan blancura alta, igual o superior a 90 por ciento Elrepho, salvo en los casos de *E.delegatensis* en que sólo se alcanza a 89 por ciento.

Los consumos de cloro y dióxido de cloro expresados como cloro activo, fluctúan entre 2,8 y 4,3 por ciento b.m.s., valores en relación con los contenidos en lignina remanente respectivos en las pastas crudas, y son cifras que estimamos muy ventajosas. Comparativamente, el blanqueo de pulpas de pino insigne, con la misma secuencia, tiene un consumo del orden de 10 por ciento.

La resistencia mecánica de las pulpas, en general es bastante buena puesto que todas, con excepción de la pasta de *E.grandis*, superan el valor de 8 Km de longitud de ruptura y alcanzan un valor cercano o superior al factor de estallido 50, con un drenaje, relativamente bajo, de 26°SR. El factor de rasgado se mantiene, notablemente alto, con valores entre 115 y 135, para el mismo drenaje con la excepción de las pulpas provenientes de maderas de *E.delegatensis*, *E.regnans* y *E.clado calyx*, que sólo alcanzan factores del orden de 75-80. Esta situación coincide, por lo demás, con los valores inferiores de longitud de fibra determinadas para estas especies.

De acuerdo a estimación hecha por Rydholm y Gedd (18), para la fabricación de papeles finos es suficiente con 5 Km de longitud de ruptura y 90 de factor de rasgado.

En el caso de las mezclas de pulpa, se observa un aumento de densidad en las hojas, al aumentar el aporte de fibra de eucalipto, refinada hasta 40°SR, en la mezcla con fibra larga sin refinar. Este aumento de densidad trae aparejado con secuentemente, el mejoramiento de las propiedades de resistencia mecánica que dependen del área de enlaces, esto es, ruptu-

ra y estallido.

La resistencia al rasgado mejora con la adición de un 25 a 50 por ciento de fibra corta, probablemente, por el efecto de creación de enlaces que se tiene inicialmente. Más adelante con mayores proporciones de fibra corta, prima la disminución de la longitud promedio de las fibras y el rasgado disminuye. En todo caso, los valores son altos, si se considera que se trabaja con pulpas de fibra corta.

Conclusiones

La densidad promedio de la madera de las especies ensayadas fluctúa entre 0,44 y 0,60 g/cm³.

El contenido de extraíble fluctúa entre 0,98 y 2,90 por ciento.

El contenido de lignina fluctúa entre 20,3 y 24,6 por ciento b.m.s.

Los rendimientos clasificados de la cocción kraft de maderas fluctúa entre 49,8 y 54,2 por ciento b.m.s., con Índice Kappa entre 13,7 y 18,0.

Todas las pulpas blanquean con facilidad hasta valores entre 89 y 91 por ciento Elrepho, aplicando la secuencia CEDED.

El consumo de cloro fluctúa entre 2,8 y 4,3 por ciento.

El comportamiento de las especies *E.maidenii*, *E.bi costata*, *E.grandis*, *E.obliqua* y *E.globulus* muestran excelentes propiedades fisicomecánicas.

Estas especies alcanzan el máximo valor de factor de rasgado (120-140) con una longitud de ruptura sobre 8 Km y un drenaje comprendido entre 19 y 26°SR.

Las especies *E.delegatensis*, *E.regnans* y *E.cladocalyx* muestran un factor de rasgado muy inferior a las otras especies.

Con las mezclas se obtienen papeles con un factor de rasgado muy superior que el de los papeles de las especies por separado, para una misma longitud de ruptura.

Bibliografía

- (1) Paz, P.J. y Melo, S.R.; Investigación y Técnica del Papel, N°65, 561 (1980).
- (2) Watson, A.J. y Cohen, W.E.; Division of Forest Products N°776, 18 (1969).
- (3) Bustamante, L. y Barbadillo, P.; Investigación y Técnica del Papel, N°55 (1966).
- (4) León, A.; Investigación y Técnica del Papel, N°56, 477 (1978).
- (5) León, A. y Borges, L.C.; Appita, 21, N°2, 41 (1967).
- (6) Barrichelo, L.E. y Brito, J.O.; Investigación y Técnica del Papel, 50, 937 (1976).

- (7) Barbadillo, P.; Appita, 21, N°2, 27 (1967).
- (8) EUCEPA 1977. La Papeterie, 10, 445 (1977).
- (9) Melo, S.R. y Paz, P.J.; Investigación y Técnica del Papel, N°63, 65 (1980).
- (10) Higgins, H.G.; Appita, vol. 23, Núm. 6, 419 (1970).
- (11) Barbadillo, G.P.; Appita, vol. 21, Núm. 2, 215 (1967).
- (12) Yonezawa, Y., Kayama, T. y Takan o, I.; Bulletin of the Government Forest Exp. Station, Núm. 76, 181 (1954).
- (13) Myburgh, H.N.; Appita, vol. 21, Núm. 2, 51 (1967).
- (14) Kingston, R.S. y June, E.; Div. For. Prod. Techn. Paper, Núm. 13, 15 (1961).
- (15) Higgins, H.G.; Eucalyptus for wood production, CSIRO, Australia, 290 (1978).
- (16) Bustamante, L.; Comunicación personal (1979).
- (17) Phillips, F.H. y Harris, E.; Div. Chem. Techn. Technical Paper, Núm. 4, 10 (1975).
- (18) Paz, P.J.; Estudio Bibliográfico. "Procesos de obtención de celulosa a partir de E.globulus". Lab. de Productos Forestales. Facultad de Ingeniería. Universidad de Concepción (1972).
- (19) Higgins, H.; Appita 23, Núm. 6, 420 (1970).

TABLA N° 1

CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE LAS MADERAS

<u>Especie</u>	<u>Lugar</u>	<u>Corteza (% vol)</u>	<u>Densidad (g/cm³)</u>	<u>Long.de Fibra (mm)</u>	<u>Extrafb. Et-Ben (% bms)</u>	<u>Lignina (% bms)</u>
E.bicostata	Las Cañas	26,5	0,57	0,92	2,9	22,8
	La Leonera	25,8	0,58	1,02	2,1	24,0
E.delegatensis	San Antonio de Petrel	12,3	0,48	0,74	2,1	19,7
	Antiquina	12,6	0,41	0,71	1,0	21,8
	Trafún	15,3	0,40	0,73	2,2	23,5
	San Antonio Loncoche	14,2	0,46	0,86	1,9	22,7
E.globulus	Longotoma	22,5	0,58	1,06	2,0	22,1
	Peñuelas	19,5	0,51	0,97	1,1	21,0
	Santa Marta	21,4	0,57	0,95	1,4	21,3
	Colenguao	24,0	0,55	0,91	1,4	21,8
	San Antonio de Petrel	18,6	0,53	0,92	2,5	19,0
	Las Cañas	20,3	0,57	0,88	2,8	21,0
	La Leonera	18,2	0,58	1,00	1,7	22,2
	Antiquina	16,0	0,53	0,81	1,0	22,0
	San Antonio Loncoche	15,8	0,47	0,84	1,7	21,2
E.grandis	Antiquina	21,6	0,53	0,95	1,9	20,3
E.maidenii	Las Cañas	23,3	0,60	1,01	2,3	21,2
	La Leonera	21,7	0,60	1,01	1,1	20,2
E.obliqua	La Leonera	19,1	0,49	0,91	1,9	24,6
E.regnans	San Antonio de Petrel	11,7	0,46	0,80	2,1	21,2
	Trafún	14,7	0,41	0,78	1,5	21,1
E.cladocalyx	Longotoma	21,7	0,71	0,81	2,2	21,6
	Colenguao	20,9	0,62	0,79	2,0	21,7
E.citriodora	Longotoma	27,8	0,72	0,99	1,3	21,4
E.fastigata	San Antonio de Petrel	14,7	0,52	0,96	1,3	21,4
	Las Cañas	14,4	0,50	0,95	1,2	22,6
	La Leonera	16,0	0,51	0,94	0,8	24,2
	Antiquina	14,5	0,48	0,96	1,2	24,6

TABLA N° 2
EXPERIENCIAS DE PULPAJE

<u>Especie</u>	<u>Factor "H"</u>	<u>Rend. Total (% bms)</u>	<u>Rend. Clasif. (% bms)</u>	<u>Rechazos (% bms)</u>	<u>Indice Kappa (-)</u>
<i>E.bicostata</i>	648	53,9	52,3	1,6	18,3
	847	54,0	53,4	0,6	15,8
	1504	51,5	49,7	1,8	13,5
	1964	50,8	50,5	0,3	11,9
<i>E.delegatensis</i>	648	55,1	48,0	7,1	23,3
	847	51,9	51,2	0,7	16,7
	1504	49,8	49,5	0,3	12,0
	1964	51,6	51,2	0,4	12,0
<i>E.globulus</i>	648	55,1	52,4	2,7	16,8
	847	53,8	52,7	1,1	14,3
	1504	52,1	52,1	0,5	12,0
	1964	52,1	57,7	0,5	10,8
<i>E.grandis</i>	648	53,4	50,7	2,7	25,3
	847	52,1	51,3	0,8	19,9
	1504	49,9	49,2	0,7	14,5
	1964	50,2	49,9	0,3	12,9
<i>E.maidenii</i>	648	56,5	54,7	1,8	17,0
	847	55,3	54,9	0,4	14,2
	1504	53,6	53,1	0,5	12,9
	1964	53,6	53,1	0,5	10,6
<i>E.obliqua</i>	648	53,8	52,5	1,3	21,8
	847	51,3	51,0	0,3	17,0
	1504	49,7	49,5	0,2	13,1
	1964	49,8	49,6	0,2	11,7
<i>E.regnans</i>	648	55,2	46,0	9,2	24,5
	847	53,2	50,5	2,7	17,4
	1195	52,9	52,0	0,9	14,4
	1964	51,7	50,0	1,7	10,7
<i>E.cladocalyx</i>	648	53,6	42,7	10,9	33,5
	847	52,7	45,7	7,0	26,4
	1964	50,0	48,7	1,3	20,2
	2425	48,8	48,0	0,8	19,3
<i>E.citriodora</i>	648	55,9	29,7	26,2	37,9
	847	54,5	38,7	15,8	32,4
	1504	51,7	46,7	5,0	26,8
	1964	50,7	48,3	2,4	24,3
<i>E.fastigata</i>	648	51,3	50,9	0,4	14,4
	847	50,9	50,6	0,3	13,5
	1504	49,7	49,4	0,3	11,4
	1964	49,0	48,8	0,2	11,3

GRAFICO N° 1
RENDIMIENTO TOTAL Y % RECHAZO vs FACTOR H

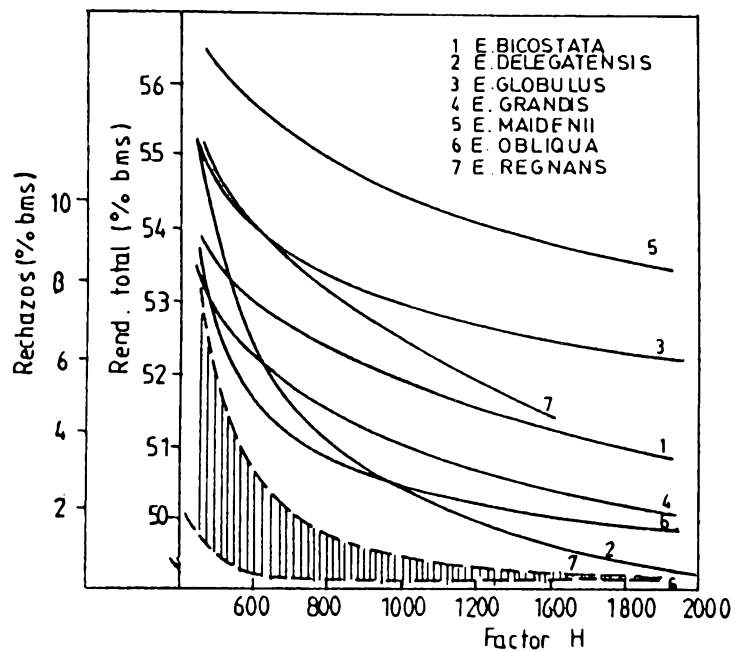


GRAFICO N° 2
INDICE KAPPA vs FACTOR H

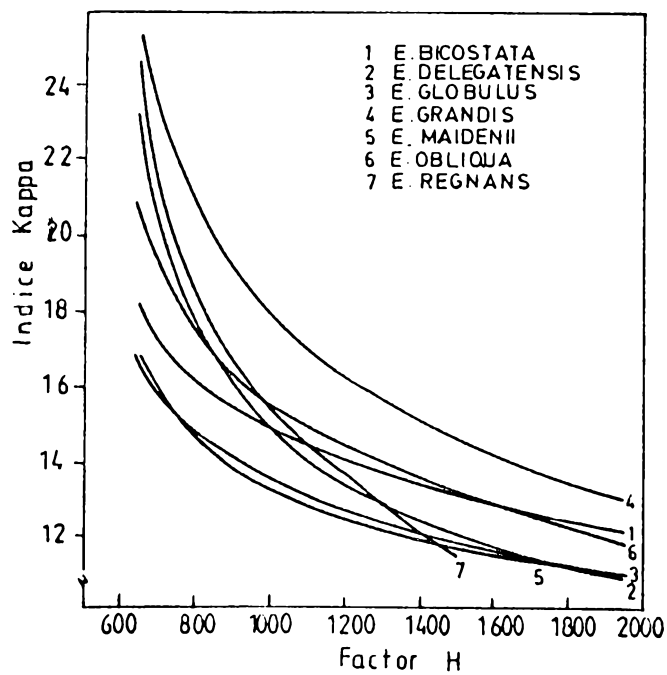


TABLA N° 3

BLANQUEO DE LAS PULPAS SECUENCIA CEDED

<u>Especie</u>	<u>Indice Kappa (-)</u>	<u>Consumo Cl₂ (% bms)</u>	<u>Rend. (% bms)</u>	<u>Blancura (% Elrepho)</u>	<u>Reversión (%)</u>
E.bicostata	17,8	4,2	90,7	90	4
E.delegatensis	15,8	3,7	91,8	89	4
E.globulus	13,3	3,1	93,3	91	4
E.grandis	16,9	3,9	91,5	90	4
E.maidenii	15,5	3,3	91,5	91	4
E.obliqua	17,6	4,3	-	91	4
E.regnans	12,8	2,8	91,8	90	4
E.cladocalyx	19,9	4,4	90,8	89	7
E.citriodora	23,0	5,4	92,7	89	6
E.fastigata	17,4	4,1	95,9	90	2

Tabla N° 4

PROPIEDADES FISICOMECAICAS DE LAS PULPAS BLANCAS REFINADAS

Especie	N° revol.	Refino (°SR)	Gramaje (gr/m ²)	Densidad (gr/ml)	L.rot. (Km)	Rasgado (-)	Estall. (-)	Poros. (seg)	Lisura (seg)	Opac. (%)	Blanc. (%)
E.bicostata	0	14,0	62,06	0,520	4,02	62,8	15,1	0,7	7,1	78,8	89,7
	4.000	23,5	59,75	0,614	8,52	136,6	43,1	4,2	10,8	75,0	88,3
	8.000	31,5	59,52	0,644	10,20	126,5	51,8	13,8	12,6	71,2	87,9
	12.000	42,5	59,48	0,664	10,45	124,7	64,6	41,6	15,5	69,2	86,4
	15.000	48,5	59,63	0,691	10,82	118,6	69,6	64,4	17,0	67,2	84,1
E.delegatensis	0	19,0	59,57	0,661	5,66	74,7	28,1	18,1	16,0	78,8	89,2
	4.000	28,5	60,04	0,751	9,82	78,6	66,9	79,9	18,5	71,3	85,9
	8.000	36,5	59,63	0,804	11,00	73,8	66,0	222,7	21,1	71,7	86,4
	12.000	43,0	59,10	0,819	11,01	74,9	67,4	364,2	23,6	64,7	83,2
	15.000	48,0	59,01	0,831	11,08	73,2	71,8	674,4	19,6	61,9	82,4
E.globulus	0	15,5	60,74	0,549	3,77	78,0	15,6	0,9	9,5	80,2	90,7
	2.000	19,0	59,88	0,628	7,87	132,5	44,4	3,0	14,9	76,8	89,8
	4.000	22,0	60,39	0,652	8,97	119,2	50,9	4,9	14,4	76,0	88,2
	6.000	25,0	59,93	0,660	8,55	122,4	50,0	6,9	15,6	74,7	88,1
	8.000	30,0	60,49	0,682	9,88	119,0	59,6	13,8	16,3	72,1	86,6
E.grandis	12.000	39,5	59,00	0,715	10,90	110,7	88,0	28,5	19,0	-	-
	0	14,0	60,37	0,528	3,53	57,0	13,2	0,9	8,2	79,3	89,7
	4.000	22,5	59,44	0,598	7,26	113,1	35,5	3,7	11,2	76,5	87,5
	6.000	26,0	59,35	0,615	7,85	125,4	40,8	6,9	13,0	75,5	87,1
	8.000	33,5	59,56	0,658	8,99	119,8	49,0	13,3	14,7	70,2	86,9
E.maidenii	10.000	36,0	59,14	0,653	9,30	122,8	49,2	23,4	14,5	72,5	85,9
	0	13,0	60,73	0,503	2,97	61,1	11,6	0,4	6,9	78,7	89,8
	2.000	17,0	59,55	0,555	6,43	129,0	32,3	0,8	7,8	72,7	87,7
	4.000	21,5	59,99	0,616	8,61	136,0	47,8	3,0	10,1	75,9	89,5
	6.000	22,5	59,67	0,616	7,76	134,1	44,8	3,1	11,2	73,3	88,4
	8.000	26,0	59,63	0,633	8,55	128,1	48,1	5,8	13,2	71,8	87,8
	12.000	39,0	60,10	0,675	10,01	128,0	74,1	19,6	15,2	-	-

(continuación Tabla N° 4)

Especie	N° revol.	Refino (°SR)	Gramaje (gr/m ²)	Densidad (gr/ml)	L.rot. (Km)	Rasgado (-)	Estall. (-)	Poros. (seg)	Lisura (seg)	Opac. (%)	Blanc. (%)
E.obliqua	0	15,0	59,85	0,563	4,63	77,5	18,1	2,1	11,0	81,3	89,9
	4.000	23,5	60,18	0,664	9,32	124,1	52,6	11,1	17,1	76,0	88,9
	8.000	31,0	59,46	0,691	9,79	115,2	63,3	20,2	15,1	73,5	87,4
	12.000	39,5	58,31	0,716	10,46	118,7	60,3	43,8	18,5	71,3	87,0
	15.000	42,0	59,59	0,729	10,25	119,5	65,5	66,0	20,7	70,2	86,3
	18.000	48,0	58,87	0,733	10,85	118,7	66,9	81,9	19,9	69,4	86,9
E.regnans	0	19,0	60,12	0,641	4,78	56,8	21,9	11,8	14,4	79,1	89,2
	4.000	28,5	59,18	0,753	8,84	79,4	56,1	55,9	18,7	73,9	-
	8.000	32,0	59,85	0,779	9,44	76,9	60,1	115,2	21,0	68,7	85,1
	12.000	42,5	59,96	0,809	10,00	75,7	62,3	189,8	19,8	66,2	85,4
	15.000	48,0	59,83	0,783	9,04	76,6	62,9	458,0	18,9	63,4	84,4
	0	16,0	60,90	0,527	3,07	23,0	12,7	1,0	7,7	79,9	89,0
E.cladocalyx	2.000	22,0	60,44	0,568	4,75	47,0	25,7	2,2	9,7	76,5	-
	4.000	27,0	59,56	0,593	6,01	60,0	30,8	3,9	9,4	74,5	-
	8.000	37,0	59,81	0,623	7,36	70,0	36,6	9,9	12,0	73,9	-
	12.000	42,0	59,30	0,645	8,06	75,0	42,9	19,8	15,9	71,9	-
	0	15,0	60,31	0,475	2,29	33,0	11,4	0,4	5,7	76,1	89,0
	2.000	19,0	59,52	0,521	4,55	69,0	28,2	0,8	7,0	74,5	-
E.citriodora	4.000	22,0	59,72	0,532	5,76	87,0	32,3	1,4	8,1	74,2	-
	8.000	28,0	59,40	0,561	6,67	98,0	37,3	3,8	8,7	73,3	-
	12.000	38,0	60,21	0,608	8,19	109,0	47,6	12,8	11,8	72,4	-
	0	17,0	58,78	0,588	4,11	78,0	18,8	2,4	12,5	79,9	90,0
	2.000	24,0	57,99	0,635	7,51	116,0	37,1	6,0	12,5	76,2	-
	4.000	27,0	58,03	0,666	8,80	121,0	56,0	11,7	14,2	72,6	-
E.fastigata	8.000	35,0	56,06	0,693	8,23	114,0	63,1	29,5	15,9	69,9	-
	12.000	43,0	59,79	0,725	10,28	112,0	68,9	61,7	19,3	67,5	-

GRAFICO N°4
PROPIEDADES FISICOMECANICAS
(*Eucalyptus globulus*)

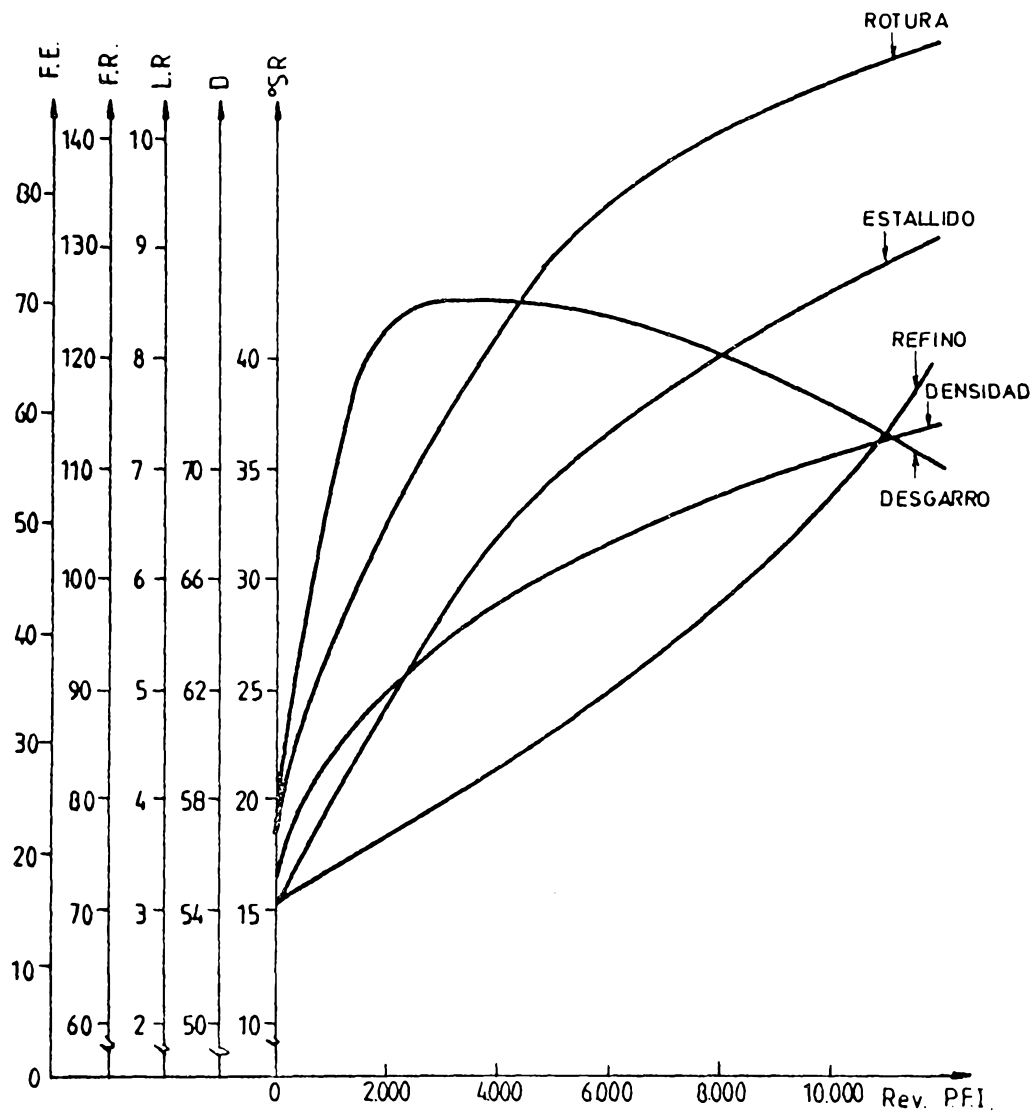


GRAFICO N°5
PROPIEDADES FISICOMECANICAS
(*Eucalyptus maidenii*)

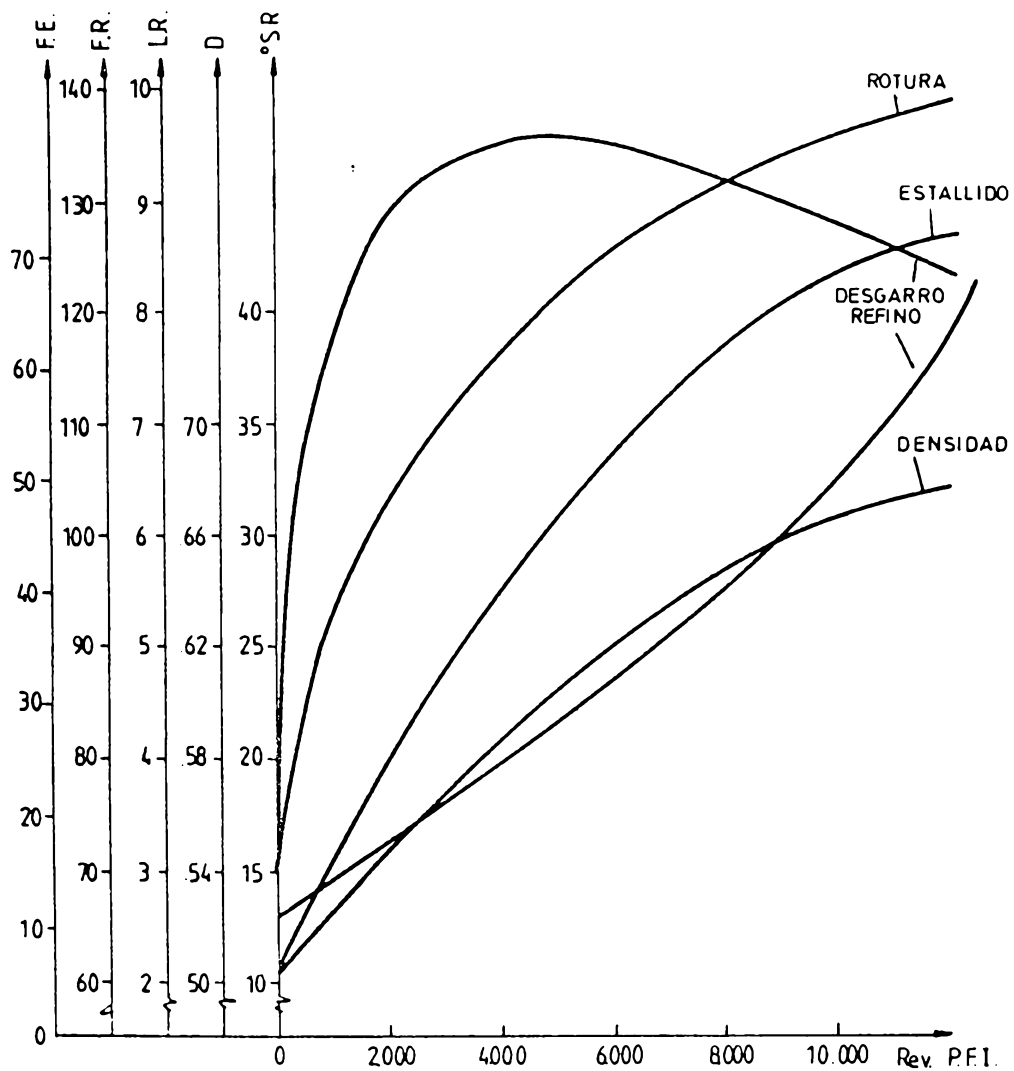


GRAFICO N°6
PROPIEDADES FISICOMECANICAS
Pulpas de eucaliptos

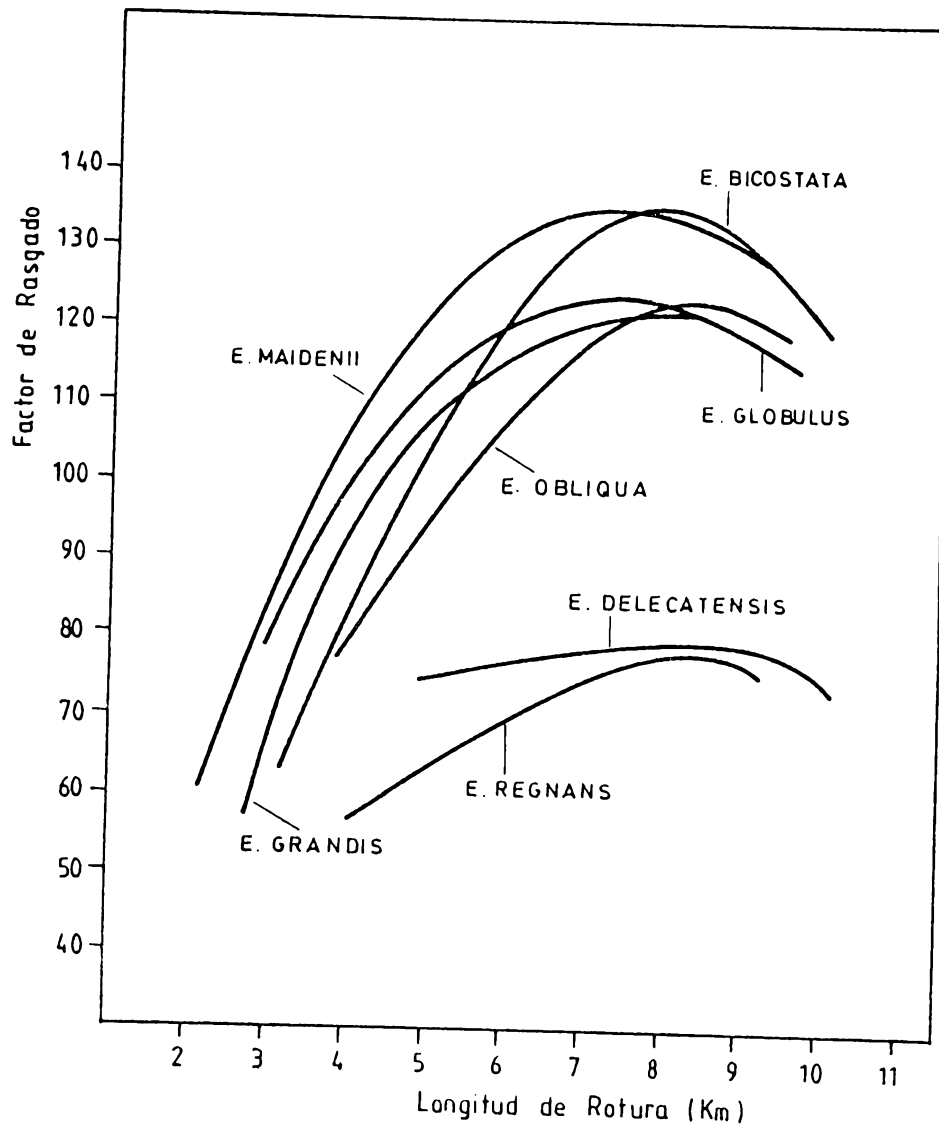


Tabla N° 5

FORMULACIONES PAPELERAS. PROPIEDADES FISICOMECAICAS

Formulación	Refino (°SR)	Gramaje (g/m ²)	Densidad (g/ml)	L.rot. (Km)	F.rasg. (-)	F.estall. (-)	Poros. (seg)	Lisura (seg)	Blanc. (%)	Opac. (%)
E.globulus Pino										
100 -	40	59,00	0,715	10,90	111	88,0	28,5	19,0	86,8	68,8
75 25	24	59,45	0,646	8,57	128	61,1	12,2	12,0	85,3	73,1
50 50	22	59,23	0,620	7,44	170	48,3	6,3	10,9	83,3	74,4
25 75	16	60,37	0,589	5,27	165	34,7	2,8	10,5	81,9	75,8
- 100	14	60,14	0,551	3,27	154	17,2	1,3	5,5	81,1	76,5
E.maidenii Pino										
100 -	39	60,10	0,675	10,01	128	74,1	19,6	15,2	86,8	68,0
75 25	27	59,88	0,609	8,83	144	66,6	9,2	9,4	85,7	70,4
50 50	20	60,10	0,596	6,57	146	48,4	5,1	9,7	82,9	72,4
25 75	16	60,59	0,569	5,12	169	37,4	2,7	7,3	81,5	73,3
- 100	14	60,14	0,551	3,27	154	17,2	1,3	5,5	81,8	76,5

GRAFICO N° 7
FACTOR DE RASGADO vs LONGITUD DE RUPTURA
PARA PULPAS DE EUCALIPTO , PINO Y MEZCLAS

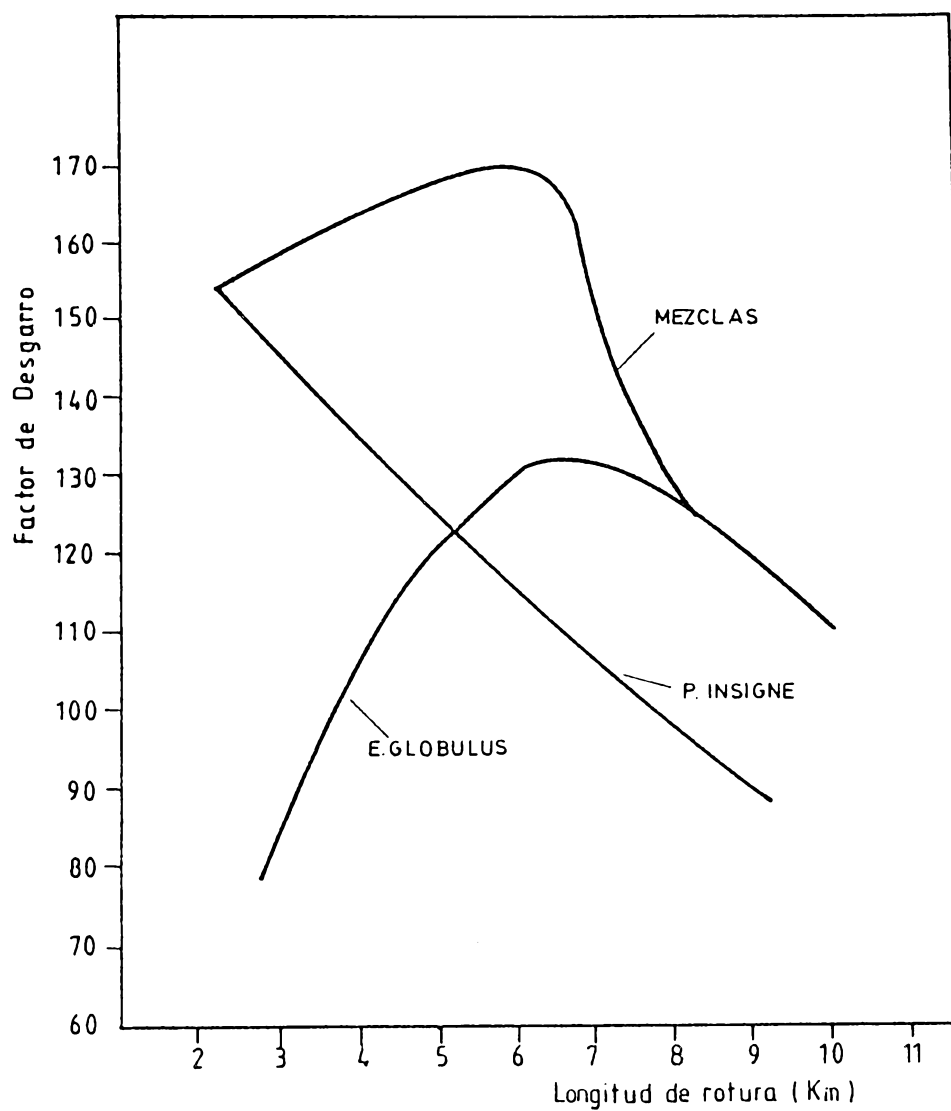
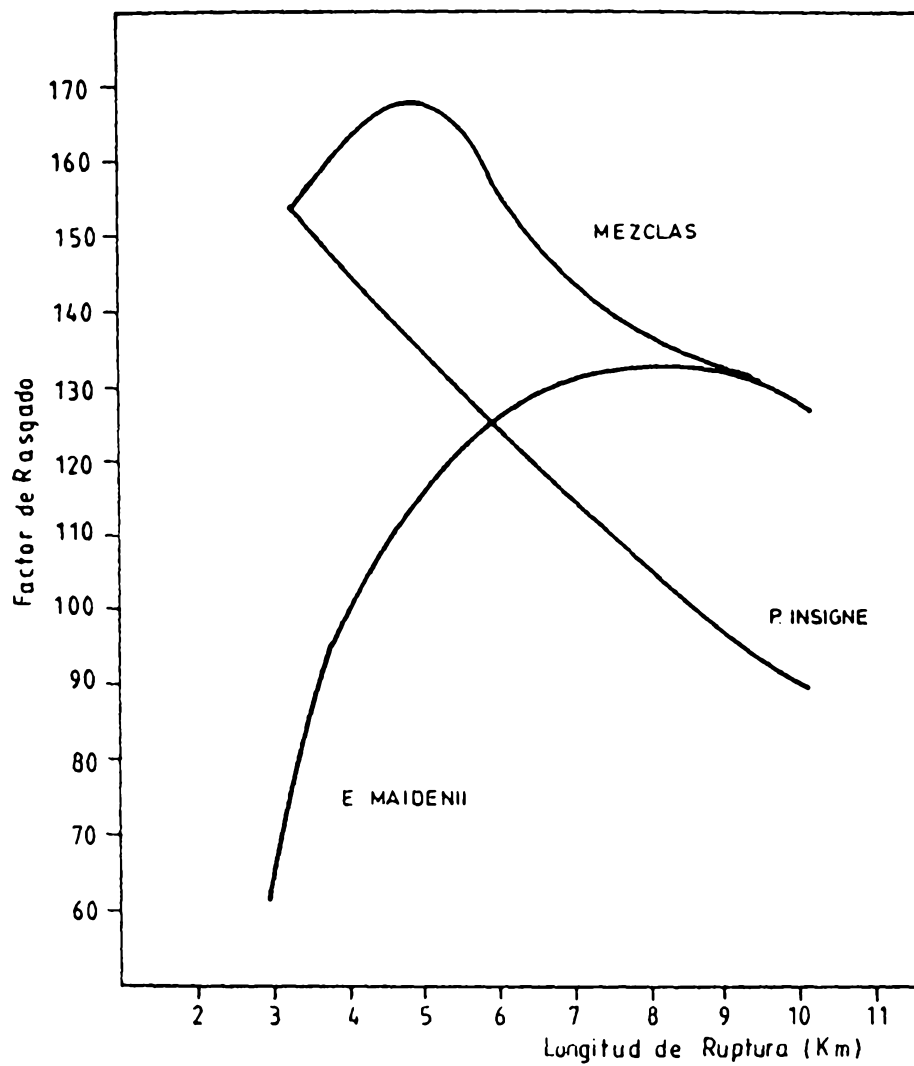


GRAFICO N° 8
FACTOR DE RASGADO vs LONGITUD DE RUPTURA
PARA PULPAS DE EUCALIPTO , PINO Y MEZCLAS



ALGUNOS ASPECTOS ECONOMICOS
DE LA DIVERSIFICACION DE LAS
PLANTACIONES EN NUEVA
ZELANDIA.

SOME NEW ZEALAND PLANS FOR THE COMMERCIAL ESTABLISHMENT
OF SPECIES OTHER THAN RADIATA PINE

G.B. SWEET

Forest Research Institute

Private Bag, Rotorua, New Zealand

INTRODUCTION

New Zealand's exotic forests in 1976 consisted of 82% radiata pine, 7% Douglas fir and 11% other species, predominantly ponderosa pine, Corsican pine and lodgepole pine. By now the figure for radiata pine is probably closer to 90%, as other species have been felled preferentially, and almost all new planting has been with radiata pine.

Prior to 1946, almost all New Zealand's general usage timber came from native forests. As the exotic forests matured, pine timber was progressively substituted for general construction uses, and cutting of native timbers was reduced. By now use of native timbers is mostly restricted to specialty purposes such as furniture, cabinet wood, veneers, tool handles, exterior joinery and boat building. There are strong conservation pressures to restrict logging in remaining merchantable native forests and future wood production is thus not able to meet demand. As none of the major exotic species have wood which will meet special purpose end uses, New Zealand foresees a need either to import such woods in future, or to plant exotic species which will provide suitable wood. Government has recently made the decision to initiate a special planting programme, rather than import, and this paper describes the proposals.

WOOD REQUIREMENTS

Any planting begun now will not contribute wood until around the year 2005. Projections based on present usage indicate a likely annual requirement for special purpose wood at that time of 600 000 m³. Because of New Zealand's limited experience in growing such woods the decision was made (as a safety measure) to aim at the production of twice that quantity, viz. 1 200 000 m³.

Examination of specific requirements suggested that 20% of that volume (240 000 m³) should be of a softwood suited to exterior joinery and boat building purposes, dimensionally stable, able to be treated for durability, and with good paint-holding ability. The remaining 80% (960 000 m³) should include decorative hardwoods readily able to be sawn, turned, veneered and glued, and with the strength and toughness needed for production of tool handles etc.

SELECTED GENERA

A Workshop of foresters, researchers, wood processors and wood users met and reviewed New Zealand experience with all potentially suitable species. They decided that the softwood requirement could best be met by species of the genus Cupressus, and the hardwood requirement by eucalypts.

Experience suggested an achievable volume of 650 m³ at age 30 from appropriate eucalypt species, and 350 m³ at age 30 from Cupressus species. Thus an annual planting target was determined of 1500 ha of eucalypts, and 700 ha Cupressus species.

CHOICE OF SPECIES

- (i) Eucalypts. Although limited forestry experience exists, New Zealand has planted eucalypt species in woodlots and for farm and orchard shelter for over 100 years. Thus information was available (and has been studied over the last 20 years) on growth, sawing, drying and utilisation of a wide range of species. Similarly research has been carried out during that time on the establishment and silviculture of potentially suitable eucalypt species. Based on that experience, species choice was relatively easy with the following species being selected:

E. saligna

E. botryoides

E. delegatensis

E. fastigata

E. regnans

- (ii) Cupressus spp. Very many shelterbelts of Cupressus macrocarpa have been planted in New Zealand and sawmillers are familiar with sawing, seasoning and use of the timber. Their enthusiasm for it was the main reason to select C. macrocarpa, as New Zealand has limited experience of growing it under forest conditions. Cupressus lusitanica was also selected, on the basis both of forestry experience and its timber utilisation properties.

SITE REQUIREMENTS

- (i) Eucalypts: E. saligna and E. botryoides have similar site requirements, except that E. botryoides can tolerate wetter soils and also salt winds. Neither species is particularly frost resistant and they are not suited to the colder parts of New Zealand.

The ash group eucalypts (E. delegatensis, E. fastigata and E. regnans) require cooler, moister sites than E. saligna and E. botryoides. E. delegatensis has the greatest capability to withstand frost and E. regnans the least. We regard all 5 eucalypt species as requiring at least 800 mm rain, with the ash group species having a somewhat higher requirement than the others.

- (ii) Cupressus species: both species appear to grow acceptably well throughout New Zealand, but C. macrocarpa in particular requires fertile soils for good growth.

SEED SOURCES

- (i) Eucalyptus. Genetic improvement programmes were commenced for all species during the 1970's. In general terms these were combined provenance/progeny trials comparing known New Zealand seed sources with collections from the natural distribution of the species. Sufficient information exists by now to enable intelligent seed source selections to be made for all five species.

- (ii) Cupressus spp. C. macrocarpa has a very small natural distribution in California, so provenance trials were not necessary. There is considerable variation in form within New Zealand, however, and seed stands will need to be developed.

C. lusitanica, a native of Mexico, is a variable species in which provenance trials have previously been established. A seed stand exists in New Zealand which is comparable to the best provenances tested, and it will be used as the main seed source for future plantings.

TENDING REGIMES

- (i) Eucalypts. Based on New Zealand utilisation experience we accept that to grow eucalypt species for saw and veneer logs a minimum breast height diameter of 75 cm must be achieved before felling. This will yield three to four, 5 m logs per tree with better than 40 cm small end diameter, which appears to be the minimum for satisfactory grade recovery. Artificial pruning very frequently allows the entry of the wood rotting fungi Stereum and Cytospora. One solution could be to encourage natural branch shedding by high initial stocking, but this is at variance with the requirement to grow trees as fast as possible to minimise the effect of growth stresses. An urgent solution is needed to pruning problems in eucalypts.

- (ii) Cypresses. New Zealand has little experience in cypress silviculture and there is a major requirement, which has already been commenced, to develop appropriate schedules and information on siting.

PESTS AND DISEASES

- (i) Eucalypts. One of the major reasons for selecting the 5 species was their relative resistance to a wide range of pests and diseases. A list of insect pests on eucalypts in New Zealand (of which the worst is the defoliator Paropsis charybdis) has been published recently by Zondag (NZ Journal of Forestry 24(1), 85-89, 1979). In terms of disease, probably the most serious is Mycosphaerella nubilosa which causes foliage and shoot death in a variety of eucalypt species. Recently a series of new (to New Zealand) leaf spot fungi have also been reported - Septoria, Cercospora, Aulographina, Trimmatostroma and Hendersonia species. It is at present too early to evaluate the likely significance of these.

New Zealand is very aware of the need to maintain a high level of quarantine protection to prevent the entry of further eucalypt insects and diseases from Australia and elsewhere.

- (ii) Cupressus species. The main problems are two species of fungus causing dieback and canker of branches, Coryneum cardinale and Monochaetia unicornis. As yet little is known of how the disease

interacts with species, site and silviculture. They are seen, however, as a probable constraint which will have to be overcome in developing a successful programme with Cupressus macrocarpa and C. lusitanica.

ADMINISTRATION OF THE PLANS

58% of all exotic forest in New Zealand is State owned, and the State has accepted responsibility for ensuring that the planting targets for special purpose woods are met.

Planting is likely to be (a) by the private sector under Forestry Encouragement loan schemes administered by the State, and (b) directly by the State. Regional targets have been set, based on projected regional wood usage modified by suitability of climate and soils. On this basis, each of New Zealand's 7 forest administration districts (Conservancies) has an annual planting target for both Eucalyptus and Cupressus.

CONCLUSIONS

Perhaps the main lesson to species trial researchers from New Zealand's experience with planning for special purpose wood production is a re-emphasis of the need to maintain dialogue with wood users at all times. While New Zealand researchers anticipated the demand for eucalypt timbers and had, by the time the need arose, carried out most of the necessary research on species selection, establishment, silviculture and utilisation, they had not seriously anticipated a user demand for Cupressus macrocarpa or C. lusitanica. Thus New Zealand is commencing an

annual planting programme of 700 ha of Cupressus species without much of the necessary knowledge of seed source, siting and silviculture.

In the ultimate, the choice between competing species in exotic forestry will depend every bit as much on their utilisation properties as their growth habits. With the long lead time in acquiring knowledge it is essential to predict accurately in advance the wood using requirements of company, region or country.

IMPACTO ECONOMICO DE LA
INTRODUCCION DE NUEVAS
ESPECIES FORESTALES EN
CHILE.

ALGUNAS IMPLICACIONES ECONOMICAS DEL PROGRAMA
DE INTRODUCCION DE ESPECIES FORESTALES QUE
ACTUALMENTE SE REALIZA EN CHILE

Autor: Hernán Cortés S.*

INTRODUCCION:

A pesar de no ser un experto en "Introducción de especies forestales" he aceptado gustoso participar en este seminario, en consideración a mi pasada vinculación con la dirección del Proyecto CONAF/PNUD/FAO "Investigación y Desarrollo Forestal" en el cual, y estando yo aún trabajando para dicho proyecto, se tomaron decisiones directamente relacionadas con el tema que hoy nos preocupa.

En aquellos días nuestro principal interés era, precisamente, vincular los resultados del esfuerzo de investigación que se había realizado en nuestro país con los requerimientos del desarrollo del sector. En otras palabras proporcionar información derivada del esfuerzo de investigación, a quienes tenían la responsabilidad de decidir sobre proyectos de inversiones en el sector.

En este sentido, y hablando de desarrollo del sector, la introducción de especies era sin duda un tema de especial importancia si se considera, por una parte, el significativo esfuerzo realizado en el pasado por el Instituto Forestal en el establecimiento de un número importante de parcelas experimentales en una considerable área geográfica del territorio nacional y, por otra parte, la característica muy particular del desarrollo forestal de Chile que en opinión de muchos requiere urgentemente de una mayor diversificación, principalmente en lo que a especies utilizadas en el se refiere.

* Ingeniero Forestal Ph.D(c) en Economía Forestal, Universidad de California; M. Sc. en Economía Agraria Escolatina Vicepresidente Ejecutivo del Consorcio de Inversiones y Desarrollo Forestal Ltda.

TRAYECTORIA DEL DESARROLLO FORESTAL CHILENO:

Al revisar la trayectoria que ha experimentado el desarrollo forestal chileno, deberá reconocerse que éste ha sido bastante sesgado. Este sesgo, se ha producido respecto a: 1) tipo de bosque utilizado; 2) a las líneas de producción que se han implementado; 3) a la localización geográfica; 4) a la tenencia del recurso forestal e industrias forestales; 5) e incluso respecto al mercado.

1. En este sentido, y teniendo en consideración las propias estadísticas del Instituto Forestal, se sabe que el país tiene 8,4 millones de hectáreas de bosques comerciales pero sin embargo el desarrollo forestal se ha basado fundamentalmente en las plantaciones artificiales que sólo representan hoy no más allá del 9% del total (relación que en términos volumétricos es similar) y además concentrado en una sola especie, el pino insigne que constituye el 90% de las 794.000 ha. de plantaciones existentes hoy.

En materia de plantaciones, la diversidad de especies predominantes es mínima. Después de la gran extensión de plantaciones de pino insigne, lo que viene a continuación, y muy distante, son plantaciones de eucalipto que no son más de 33 mil hectáreas en el país y representan un 4,2% de las plantaciones, y luego 20 mil hectáreas en las zonas áridas o semiáridas que son plantaciones de tamarugo, y que como se sabe, no han participado en el desarrollo industrial del país.

2. En segundo término, el desarrollo industrial, también ha sido orientado básicamente hacia dos grandes líneas de producción, como son madera aserrada y la industria de pulpas de madera, (en el caso chileno, fundamentalmente pulpas químicas), y últimamente, una "tercera línea de producción" que es la exportación de rollizos a los mercados de Japón y Corea fundamentalmente.. En consecuencia, estas tres líneas de producción en conjunto se están llevando el 86% del volumen que anualmente se corta

en este país, volumen de madera que actualmente alcanza aproximadamente a 10,3 millones de metros cúbicos. La industria de la madera aserrada se lleva el 44% de esta corta, la industria de las pulpas el 32% y los rollizos de exportación, que en estos últimos años han alcanzado alrededor de un millón de metros cúbicos, demanda el 10% de lo que se corta anualmente en los bosques.

3. Dado que las plantaciones son la base del desarrollo industrial, el área de distribución de éstas plantaciones sesga de inmediato la localización geográfica de la actividad forestal nacional. Esta se concentra básicamente en el VIII Región y en parte de sus regiones vecinas VII y IX.

4. La industria forestal más importante del país, es la Industria de las Pulpas Químicas caracterizadas por ser altamente intensivas en capital y establecidas con una fuerte integración vertical. Alrededor de un 40% a 50% de lo que actualmente existe en plantaciones, pertenecen a las tres principales empresas productoras de pulpa. Estas empresas además, están integradas a la línea de producción de madera aserrada, resultando finalmente en un sesgo en cuanto a la tenencia.

5. Finalmente, en cuanto a los mercados se refiere, lo que es importante destacar es que la actividad productiva está orientada fundamentalmente hacia el mercado internacional, con considerable esfuerzo de diversificación, y que cualquiera expansión futura necesariamente tiene que operar hacia el mercado externo, ya que hace muchos años se cumplió la etapa de autosuficiencia.

En resumen, a la luz de éstos argumentos, queda en evidencia que el desarrollo ha sido sesgado, ya que sólo se ha basado en una proporción muy pequeña de los recursos que están disponibles en Chile para la expansión y desarrollo de la actividad forestal.

Lo interesante en este momento, y aceptando el planteamien-

to que Chile enfrentará, cada vez con mayor intensidad, demandas infinitamente elásticas para sus productos forestales de fibra larga, es saber cual será o debería ser el sentido futuro que seguirá el desarrollo forestal chileno.

¿Se seguirá intensificando el desarrollo basado en el pino insigne?- ¿Existirá la posibilidad que el desarrollo futuro incorpore con mayor énfasis los recursos del bosque nativo? - ¿Se originará otro tipo de recurso, con especies introducidas sobrepasando las ventajas de las masas boscosas existentes? o bien, ¿Será un desarrollo mucho más diversificado que incluya, al pino insigne, al bosque nativo y la incorporación de nuevos terrenos con nuevas especies?.

En este contexto, toma gran importancia el tema de la posibilidad de la Introducción de especies.

EL CONCEPTO DE "INTRODUCCION DE ESPECIES"

Los ensayos de introducción de especies, como su nombre lo dice, buscan nuevas especies exóticas que además de adaptarse favorablemente en el medio ambiente biológico que ofrece nuestro país, puedan generar un recurso forestal que permita la obtención de bienes y de servicios que se adecúen a las necesidades manifestadas en los mercados en los cuales Chile tiene posibilidades de competir, (mercado interno, pero con mayor énfasis a los mercados internacionales).

En consecuencia, si esto define en forma aceptable al programa de Introducción de Especies, se puede observar que aparecen dos condiciones básicas, igualmente importantes, para este Programa. Primeramente, hay un requisito necesario, pero no suficiente, puramente biológico, de buena adaptación de la especie exótica al sitio y, simultáneamente, un segundo requisito de buena adaptación económica, es decir, de buena adaptación de los bienes y servicios que se generen a partir de esta especie a las condiciones de los mercados que Chile pretende abastecer en el futuro.

Este último requisito parece obvio, pero sin embargo, en el pasado fue al parecer, un tema que no estuvo muy claro en el momento de programar o planificar la investigación sobre Introducción de Especies.

El énfasis se puso más bien en el primer requisito mencionado "la buena adaptación de la especie al medio biológico".

Ahora bien, la introducción de especies en cierta medida implica sustitución de las especies actualmente existentes o ya establecidas en el país, en consecuencia otra condición clave, para el Programa es que las especies a introducir deben sobrepasar, en lo que a ventajas se refiere, a las especies nativas o a las que constituyen hoy nuestras plantaciones forestales.

Una cuarta condición, en mi opinión indispensable para el éxito del Programa de Introducción de Especies, se refiere a la activa participación de los usuarios finales en dicho programa. Al hablar de Introducción de especies se está en el momento en que el empresario todavía tiene la oportunidad, primero de implementar o no su decisión de forestar y, segundo, de decidir como implementar su decisión forestal si esta fue su elección.

Ante una gama de alternativas, desde la de tratar de incorporar un nuevo terreno forestándolo (o la de reponer el recurso recién explotado), ya sea en el área de plantaciones o del bosque nativo, en ese momento los resultados de un Programa de Introducción de Especies, como el que propicia el Instituto Forestal, pasa a ser un antecedente indispensable para el productor de bosques, ya que aporta la información básica para respaldar la decisión de la nueva inversión forestal. Sin embargo, se requiere que el empresario no sólo conozca esta información sino que de alguna forma se sienta partícipe de su generación. Es por ello que creo de vital importancia que en el Programa de Introducción de Especies, (y en general esto es también cierto para un número considerable de otras

investigaciones forestales), los usuarios finales tengan algún grado de participación que los identifique con lo que se está realizando. De otra forma, la adopción de los resultados del Programa, aunque sean muy espectaculares, tardarán mucho tiempo en adoptarse.

LA INTRODUCCION DE ESPECIES A NIVEL MACROECONOMICO

Dejando de lado el Programa de Introducción de Especies como tal, y refiriéndome a este tema a un nivel macroeconómico, se argumenta que en Chile la disponibilidad de terrenos de aptitud forestal esta muy lejos de ser un factor limitante y que, en consecuencia, la polémica que muchas veces se ha planteado entre bosque nativo y pino insigne. (o incluso otras especies que se pudiesen introducir), no tiene ninguna razón de existir. Lo que se ha hecho es en realidad, incorporar una fracción muy pequeña de todos los terrenos que no estando cubiertos de bosques, tienen como único uso alternativo el forestal.

En este sentido, en lo que a disponibilidad de terrenos de aptitud forestal se refiere, y una vez más recurriendo a las cifras del INFOR, se sabe que en el país entre la V y la XII Región hay 9,9 millones de hectáreas de suelos forestales que están disponibles y aptos para la forestación. De ese total y aquí hay algo interesante, el 47% (4,6 millones de hectáreas), son aptos para el pino insigne, es decir, el pino insigne es en esos terrenos una alternativa física y económicamente factible. Esta área está en la VIII Región, Norte de la IX Región y Sur de la VII Región: VIII - VII y IX Región, en orden de importancia. De modo que mientras no se demuestre la existencia de especies superiores al pino insigne, la expansión potencial de este pino es enorme.

Adicionalmente, a estas 4,6 millones de hectáreas sus-

ceptibles a repoblar con pino insigne, existen desde la VIII a la XII Región, 5,3 millones de hectáreas de terrenos de aptitud forestal en condiciones de ser plantados con otras especies, distintas al pino insigne. La mayor disponibilidad de estos terrenos se encuentran en la XII-XI y X Región respectivamente.

Ahora bien, considerando el marco económico político, dentro del cual se desenvuelve el país, por el cual la decisión respecto a introducir una nueva especie es del sector privado, hay que recordar algunos principios que rigen a las unidades productivas, por la cual la alternativa de forestar es una opción más de inversión y en consecuencia para que este proyecto prospere económicamente, se requerirá que el recurso forestal que se genera a través del tiempo tenga la posibilidad de proporcionar bienes y servicios, cuyo valor presente sea igual o mayor que el valor presente de los costos de operación e inversión involucrados.

En la medida que el proyecto sea ventajoso económicamente, podrá realmente materializarse si la rentabilidad es superior a la que actualmente tienen las opciones conocidas del pino insigne y bosque nativo.

1. Area del Pino insigne

Ocurrirá entonces que en las 4,6 millones de hectáreas, tendrá posibilidad la nueva especie sólo en la medida que demuestre ser económicamente más rentable que el pino insigne.

Por lo tanto, ya es posible dar ciertos estándares, incluso con cierta desagregación geográfica, de lo que deberían cumplir como mínimo las nuevas especies que se pretenden introducir.

Si se tiene presente cifras proporcionadas por la

CONAF, en cuanto a costos de forestación, de administración anual; si se considera los antecedentes productivos y de manejo del pino insigne, la rotación y además antecedentes ya conocidos junto a los elementos de mercado, se podrían derivar estos "estándares mínimos" que deben enfren-
tar las especies exóticas a introducir. Estándares mínimos que si no se cumplen, lógicamente el pino insigne seguirá siendo la mejor alterna-
tiva.

En el caso de la VIII Región y tomando en consideración las cifras de la CONAF., una rotación de 26 años y un precio al barrer de US\$ 12/M3 en pie, se está hablando de una tasa interna de retorno del 15% a 16% en buenos sitios y de buena localización; y de 13,5% en sitios de menor productividad y de peor localización.

Este ejemplo, ha sido estimado de acuerdo a la alternati-
va real que hoy existe, pero sin embargo, parece legítimo que el requisi-
to mínimo debe darlo la situación mejorada que se espera de las plantacio-
nes de pino insigne. Al respecto, hay positivos esfuerzos de FAO, CONAF,
INFOR, Universidades y las mismas empresas de averiguar formas de mejorar
la situación actual del pino insigne.

Estos esfuerzos, legítimamente se transforman también al momento de la decisión de nuevas especies, en candidatos potenciales
alternativos. Por ejemplo, ¿hasta qué punto un programa de mejoramiento
genético puede ser más rentable que crear toda una masa en base a una es-
pecie introducida nueva, sabiendo ya que el incremento volumétrico espe-
rado es hasta de un 17%?.

¿Qué ocurre con la fertilización?, que como se sabe de resultados neozelandeces puede aumentar en forma extra 61 M3/ha. a los 7 años después de fertilizar un rodal raleado de 13 - 14 años. ¿No podría ser esto más rentable que la introducción de especies?.

¿Qué ocurre con las prácticas silviculturales?—¿No es posible mejorarlas?. Por ejemplo, el espectacular resultado que se está logrando con el manejo de la regeneración natural de pino insigne en la VII Región, que pospone y reduce a casi un cuarto la inversión que se requiere para la implantación de un nuevo bosque.

¿Qué acontece con la tecnología de su utilización?. Aca-so no es consenso que es posible utilizar muchísimo más intensivamente el recurso. Por ejemplo, la actual incorporación de astilladores centrali-zados en Constitución que están incorporando un volumen de madera que que-daba como residuo en el bosque, o bien, la utilización de residuos en la producción de energía, reemplazando parcialmente combustibles tradiciona-les de mayor costo.

Esto en realidad, las alternativas antes mencionadas, re-presentan inversiones paralelas que podrían de alguna forma ser también implementadas para mejorar mucho más lo que actualmente se tiene. En con-secuencia, el standar de comparación para una nueva especie a introducir debe ser la rentabilidad del pino insigne, en su estado de óptima utili-zación económica.

Monocultivo: Inevitablemente en este tipo de tema, surge el problema de la necesidad imperiosa de la diversificación con el propó-sito de disminuir al máximo los riesgos que están implícitos en una situa-ción de monocultivo, como la que representa el pino insigne. En esta situación, prácticamente, se condiciona la disminución del riesgo, a una sólo solución que es la de diversificar.

La pregunta relevante sería, en mi opinión: ¿No es más conveniente concentrarse en tratar de disminuir los riesgos del monoculti-vo más que quebrar el monocultivo?.

Hasta qué punto no es posible un mejoramiento silvicultural que aminore los riesgos, a una sola solución que es la de cambiar la especie.

Hasta que punto no es posible un mejoramiento silvicultural que aminore los riesgos especialmente en los terrenos marginales donde el pino crece más indefenso al ataque de pestes o plagas. No será más rentable, por ejemplo, un Programa de mejoramiento genético que cree variedades más resistentes. O, directamente la aplicación de medidas de prevención o de control.

Sobre este tema de la diversificación con el propósito de evitar el monocultivo, quisiera mencionar lo que se plantea en el documento N° 31 del proyecto CONAF/PNUD/FAO "Metodología para la instalación y Análisis de ensayos de introducción de especies forestales" preparado por profesionales del INFOR y de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile.

Escriben sus autores: "Desde el punto de vista sanitario, al introducir una especie se corren ciertos riesgos":

- a) Que un parásito de poca importancia en el hábitat natural de la especie se introduzca junto a esta y en las nuevas condiciones, se vuelva en extremo perjudicial.

Tal es el caso de la Phoracantha semipunctata, insecto que en su hábitat natural pasa desapercibido, pero que ha causado daños de consideración en las plantaciones de Eucalyptus en España, Argentina y ahora en Chile.

- b) Que la especie exótica en su nuevo ambiente tropiece con algún parásito frente al cual carece de toda resistencia, con lo cual pierde su valor.

- c) Que con la especie exótica se introduzca algún parásito, no perjudicial para ella, pero que resulte sumamente destructivo para alguna especie nativa de importancia (Boyce, 1954)
- d) Que la especie introducida se convierta en sí misma en una plaga. Ya existen en el país algunos precedentes al respecto. Las especies Rubus ulmifolius (zarzamora) y Ulex europaens (aliaga) fueron introducidas como plantas para formar setos vivos que hoy producen graves problemas.

En consecuencia, la argumentación que tradicionalmente se da de los peligros del monocultivo por la aparición de alguna plaga, en realidad no se disminuyen drásticamente con la Introducción de Especies, sino por el contrario hay también una posibilidad importante que este problema se agudice aún mucho más.

Reiterando, existen alternativas para solucionar los riesgos o desventajas del monocultivo, sin tener que quebrar tal situación. Por el contrario, el hecho de tener áreas extensas de una sola especie, da origen a economías de escala importantes, permitiendo llevar adelante negocios que requieren masas puras en superficies considerables. Por ejemplo las plantas de Pulpa y Papel.

2. Area X a XII Región

Las consideraciones anteriores se refieren al área donde el pino insigne es la alternativa real para la forestación y para la reforestación.

¿Qué ocurre en los terrenos más al Sur, los que van entre la X y XII Región?. En estas áreas existe la posibilidad de crear recurso forestal en base a las especies nativas que en esa área crecen. Aquí, el patrón de comparación para la introducción de especies, parece

ser la posibilidad de establecer plantaciones con especies nativas que son interesantes.

Ahora, hablar de bosque nativo en general, resulta muy vago. Estos bosques deben estratificarse no sólo en función de diferentes tipos forestales, sino, además por el grado de intervención o alteración en que este recurso se encuentra. En algunos casos todavía es posible la intervención regulada del bosque, a través de la cual se asegure la regeneración natural por árboles semilleros que proporcionan las plántulas deseadas para el futuro.

En estos casos, (y debido básicamente a disposiciones legales), es posible hacer financieramente factible la intervención y la regeneración con especies autóctonas que se sabe de partida son de largo crecimiento.

Esto lógicamente, será válido en la medida que los recursos madereros que se obtengan al momento de la intervención tengan la posibilidad de comercializarse en términos económicos interesantes.

Ahora desde un punto de vista más estricto, incluso la posibilidad de regeneración natural con especies ya establecidas, debería ser comparable con la posibilidad de un cambio estructural incorporando nuevas especies que a lo mejor crecen mejor, o son más apropiadas dadas las expectativas de mercados.

En otras áreas independientes del tipo forestal, por razones de degradación o situación actual en que se encuentran ciertos bosques, es posible pensar que la alternativa más conveniente financieramente es la incorporación de especies exóticas en reemplazo de las especies nativas, a pesar de no tener buena información de lo que significaría el comportamiento de estas especies nativas establecidas ellas mismas como especies exóticas en plantaciones.

La situación en el bosque nativo es todavía muy falta de antecedentes, pero en los términos en que se ha analizado el problema en éstas áreas el patrón de comparación es sin duda, para la Introducción de especies exóticas, la situación mejorada de las especies que actualmente existen en el país.

Otras Areas y Otras Razones

Deliberadamente se ha dejado de lado, otras áreas geográficas y otras razones que pueden justificar con mucha intensidad la Introducción de Nuevas Especies.

Se ha dejado de lado la zona semi-árida; las experiencias con atriplex que sin duda es un respaldo importantísimo para la Introducción de Especies.

Se han dejado sin mencionar otros objetivos, fuera de los productivos y que dicen relación con actividades tales como: protección de suelos, protección de cuencas hidrográficas, control de dunas, producción de material combustible, las cuales pueden requerir de un esfuerzo importante de introducción de especies, a fin de que dichas actividades se cumplan más eficientemente. Tales actividades son generalmente complementarias a las puramente productivas, y, en consecuencia, sus expansiones pueden ser determinantes para el crecimiento de esta última.

CONSIDERACIONES FINALES

1. Un programa de Introducción de Especies, es indispensable ya que a través de el se obtiene información que permite considerar y evaluar alternativas en la creación de recursos forestales futuros que tengan buena adaptación al medio biológico y a las demandas futuras que Chile debería satisfacer, tanto a nivel del mercado doméstico como del mercado internacional..
2. La introducción de especies implica, en cierta medida, reemplazo de las especies autóctonas o de aquellas ya establecidas en el país. En este sentido, lo que debe primar al analizar la posibilidad de incorporar una nueva especie es la comparación de las ventajas que esta ofrece frente a los estándares mínimos dados por las especies actualmente en uso. Con este criterio en mente, se podría hacer una rápida selección de las especies que el INFOR ha ensayado hasta la fecha.
3. Tener presente que la decisión final respecto a qué especie utilizar en el futuro, no sólo depende de su productividad física sino que, fundamentalmente, de su versatilidad y utilización económica. De aquí que debería paralelamente existir una línea de información acerca de las posibilidades de utilización y mercado de los recursos que podrían generarse a partir de la especie que se pretende introducir.
4. En la iniciativa privada está la decisión de la adopción de determinadas especies, por lo tanto, es importante proporcionar a este, en forma oportuna y convincente, los antecedentes que se requieren para tal decisión. La experiencia ha demostrado que los empresarios se sienten más seguros si en cierta medida, tienen algún grado de parti-

cipación en la generación de la información. Es por ello, que estimo indispensable que el Programa de Introducción de Especies tenga un respaldo único y coordinado entre el Sector Privado y las instancias gubernamentales encargadas del Sector Forestal.

NECESIDAD DE NUEVAS ESPECIES
COMO FUENTE DE MATERIA
PRIMA PARA LA INDUSTRIA DE
LA PULPA Y EL PAPEL.

NECESIDAD DE NUEVAS ESPECIES COMO FUENTE DE
MATERIA PRIMA PARA LA INDUSTRIA DE
LA PULPA Y EL PAPEL

* Sr. Octavio Larraín

La necesidad de buscar nuevas especies como fuente de materia prima para la industria de la celulosa y papel, está condicionada a una serie de exigencias desde el punto de vista forestal como fabril. La determinación de la especie o de las especies debe ser cuidadosamente reflexionada y analizada desde diferentes ángulos. Debe buscarse un equilibrio entre los requerimientos exigidos por el fabricante, aquéllos que condicionan el crecimiento de la nueva especie y los que determinan los costos del producto puesto fábrica.

He dividido esta presentación de acuerdo a lo indicado, con el propósito de encontrar y determinar las características forestales que de bemos considerar al introducir una nueva especie y los requerimientos que exige el proceso fabril.

1.- ASPECTOS FORESTALES

Dentro de toda la gama de consideraciones que deben analizarse y que han sido ya expuestas por otros trabajos, creo que brevemente haré una reseña de aquélla, que a nuestro juicio, es fundamental y se refiere a la localización de la nueva plantación.

El establecimiento de una nueva plantación (cuando se trata de introducir nuevas especies) se encuentra supeditada a las características del suelo, clima, accesibilidad, factores bióticos de la localidad y a los costos de establecimiento y mantención.

- 1.1. Calidad del sitio: Es una función de las condiciones bióticas, climáticas y del suelo. La localización del terreno, la topografía, la textura, profundidad y humedad del suelo, el drenaje, las

/2...

* Ingeniero Forestal
Superintendente de Manejo Forestal de
Forestal Mininco S. A.

heladas extremas, el grado de exposición a vientos fuertes y secantes, la resitencia a las enfermedades, la protección con tra daños de animales, etc., etc., son factores que deben cui dadosamente ser analizados al plantar una nueva especie que se está presentando como alternativa de otras existentes. De be estudiarse cuidadosamente los antecedentes de origen de es ta nueva especie y compararlos con aquéllos del lugar donde se pretende instalar.

- 1.2. Accesibilidad: Referida esencialmente a las facilidades de transporte ya que hoy es uno de los costos que incide fuertemente en el valor de la madera puesto destino, llámese puerto, fábrica o aserradero.

La localización de la plantación debe mirar la fuen te de consu mo y determinar de antemano el tipo de producto final, o mejor aún, fijarse claramente el objetivo fundamental de la plantación.

- 1.3. Costos del producto final: Los costos de establecimiento, man - tención, cuidados, de explotación y caminos y los de transpor - te, deben ser tales que el valor del producto final sea atracti vo para el que vende y que en función del precio de venta pro - duzca la rentabilidad esperada. Ha sucedido a veces que los cre - cimientos esperados para tal o cual especie no son tales y esto se refleja en lo forestal después de varios años. Como ejemplo, puedo decir que las plantaciones de Taeda y Elliotii que se rea - lizaron años atrás en el predio Colicheo, actualmente de Fores - tal Mininco, dejan bastante de desear. Igualmente sucedió en Nue va Zelandia con las plantaciones de P. Contorta que actualmente las están liquidando para plantar con Insigne.

...3

Igualmente puede suceder al tenerse al final del período un costo de producción alto frente a un mercado restringido para una determinada especie.

2.- ASPECTOS A CONSIDERAR DESDE EL PUNTO DE VISTA FABRIL

La producción de madera destinada a la fabricación de pulpa va a depender de las características de cada planta pero, en general, debe cumplir ciertos requisitos de diámetro, largos, tiempo de estadía (producción), etc., que se encuentran ya establecidos. Dentro de la materia prima destinada a la fabricación de celulosa debemos distinguir aquélla con destino a la producción de fibra larga y aquélla con destino a la producción de fibra corta.

- 2.1. Materia prima para la producción de fibra larga: El pino insigne en Chile es la especie más importante (dentro de las de fibra larga) por su rápido crecimiento y buenas propiedades de su madera.

Buscar una especie alternativa vendría a ser tal vez un seguro contra el riesgo del monocultivo. Si encontramos una especie de rápido crecimiento como el insigne, con mejor adaptación a condiciones adversas (altitud, heladas extremas, nieve) y que produzca una madera de similar calidad, tendríamos un complemento interesante.

Estos requerimientos eliminan a muchas coníferas: Corsica, Ponderosa y Contorta son resistentes a las heladas y al frío, pero su crecimiento es lento, además de ser muy susceptibles al Dothistroma. El Oregón es de gran calidad de madera pero su lento creci -

/4...

miento no lo hace económicamente atractivo.

Tal vez el P. Muricata, variedad azul, es la especie que puede adaptarse a mayores altitudes que el insigne y ser más resistente o tolerante a las heladas y nieve.

En Nueva Zelandia muchos de nosotros hemos visto plantaciones de Muricata verde y azul. La adaptación, a pesar del poco conocimiento que aún se tiene, es buena, e incluso en condiciones adversas al insigne por altitud son mejores que aquél.

La experiencia neozelandesa recomienda la variedad azul para aquellos sitios fríos con heladas fuertes y nieve. El daño es menor que para el insigne.

Nuestros próximos pasos referentes a esta especie son plantarlo más extensivamente en diversidad de sitios estimados marginales para el insigne, es decir, sobre una altitud de 600 mts. Incluso durante el período de plantación de 1982 lo plantaremos hasta una altitud de 1.000 mts. para ver y estudiar su comportamiento.

Los resultados de las muestras enviadas a Fca. Laja son promisorias y en las conclusiones se dice que:

- La densidad es más alta que la del insigne (0.41 contra 0.39).
- La longitud de fibra es similar (2.26 contra 2.29).
- El contenido de extraíbles, el % de lignina y el % de celulosa son valores muy similares. (ver cuadro).
- El nivel de rendimiento similar (46.6 contra 46.1).
- Calidad de pulpa (rotura, explosión y rasgado) semejante al insigne, a pesar de haber registrado una densidad un poco mayor.

De acuerdo a estos antecedentes, pareciera ser que estaríamos frente a una especie con posibilidades claras de reemplazar al Pino Insigne en aquellos lugares donde las condiciones son más adversas.

- 2.2. Materia prima para la fabricación de fibra corta: Los consumos en la fábrica de C.M.P.C. de fibra corta son reducidos en comparación con los de fibra larga. De todos modos, las necesidades mensuales de madera son aproximadamente 10.400 m³. Esta, actualmente se está surtiendo en un 50% de Eucalipto y 50% Hualle (Roble, Raulí y Coigüe). Parte de la fibra corta se consume en Laja y el resto se envía a Pte. Alto para la fabricación de ciertos papeles (más refinados).

Con la colaboración del Instituto Forestal en Noviembre de 1980, se enviaron a Fábrica Laja para análisis en laboratorio muestras de 8 especies de eucaliptos. Estas especies provienen de la Octava Región, sector Leonera, y fueron las siguientes:

E. Delegatensis, Regnans, Globulus, Fastigata, Nitens, Globulus Ssp. Bicostata, Obliqua y Globulus Ssp. Maidenii. De cada una de las especies se enviaron 4 trozos correspondientes al mismo árbol.

Previo al descortezado, se cortaron rodajas de 4 cm. de espesor, en los diferentes trozos, para determinar el % de corteza en peso de cada una de las especies.

En seguida se procedió al descortezado manual de cada trozo.

Los cuatro trozos descortezados de cada especie, se astillaron en el Chipper 110" Ø de Fábrica Laja, obteniendo así una muestra común de todo el árbol.

Posteriormente las astillas fueron clasificadas en un harnero de laboratorio, eliminando los rechazos gruesos y finos.

Con las astillas clasificadas se procedió a efectuar el análisis químico, la densidad y los pulpajes respectivos.

...6

2.2.1. Resultados Obtenidos: (Anexo 1).

2.2.2. Cuadro resumen: En este cuadro se incluyen las cuatro especies de eucaliptus que fueron seleccionadas, si así puede decirse, y su comparación con otras especies de fibra corta.

Los Populus I. 214 y 488 a pesar de tener buenos rendimientos, buena longitud de fibra, buen comportamiento durante la cocción, presentan el problema casi insoluble de un exceso de finos los que producen problemas durante el proceso.

Las Acacias sp. a pesar de tener buena densidad tienen el grave inconveniente de una longitud de fibra baja.

Las especies nativas, especialmente los Nothofagus, poseen bajos rendimientos.

De acuerdo con esto, la alternativa más viable para la producción de fibra corta son los eucaliptos.

Referente a los eucaliptos, es necesario indicar que deben aún mejorarse los rendimientos (aún son bajos), las técnicas de vivero (muy caras) y estudiar los lugares de plantación de modo tal que el costo de producción del m3. en pié, más las labores de corta y transporte, lo hagan atractivo como futura especie para la fabricación de pulpa.

% % % % % % % % % %

OLM/scs.

19.11.81

ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICO - QUIMICAS DE LAS DIFERENTES ESPECIES

E S P E C I E	Tamaño Part. (Astillado)		Corteza % en peso	Densidad gr/cc.	Long.Fibra mm.	Lignina Tappi %	Celulosa K.H. %	Rendim. Clasific. %	Número ROE.
	32	3 mm.							
E. Nitens	96,4		10,6	0,48	0,86	19,16	50,06	54,0	2,2
E. Fastigata	99,4		8,3	0,47	0,81	21,26	51,97	55,2	2,2
E. Globulus	98,4		7,0	0,59	0,71	20,17	52,23	53,9	2,2
Asp. Maidenii	94,6		14,0	0,61	0,92	19,80	51,91	54,3	2,5
A. Dealbata	-		-	0,50	0,64	-	49,50	-	3,4
P. E. I 214	-		-	0,34	0,97	-	51,10	52,4	2,6
P. E. I 488	-		-	0,34	0,97	-	50,10	50,4	2,9
N. Procera	-		-	0,47	0,76	18,8	42,70	42,9	-
N. Dombeyii	-		-	0,48	0,74	17,5	45,10	51,2	-
N. Obliqua	-		-	0,48	0,83	24,5	39,40	50,2	-
P. Insigne	94,7		12,4	0,39	2,29	25,33	53,15	46,1	5,3
P. Muricata	93,5		8,5	0,41	2,26	27,66	54,85	46,6	6,5

Tappi : Technical Assoc. Pulp and Paper Industry.

K. H. : Método Kürschner y Hoffer.

ROE : Fijaría el % de lignina que acompaña a la celulosa final.

OLM/scs.

ANEXO 1

La evaluación de las diferentes especies de eucaliptus como materia prima pulpable realizada en Abril de 1981 de Fca. Laja de C.M.P.C. nos dió los siguientes resultados generales.

1.- Astillado:

La madera no presentó dificultades en el astillamiento. Su distribución en el tamaño es más o menos pareja para todas las especies analizadas con una proporción de pinos de 0.7 - 1.9%

TABLA 1

Espece	32	32-19	19-6	6-3	3
E. Delegatensis	1.2	33.9	63.0	1.6	0.3
E. Regnans	3.9	43.5	51.9	0.6	0.1
E. Globulus	1.6	38.8	58.3	1.1	0.2
E. Fastigata	0.6	41.3	56.8	1.1	0.2
E. Nitens	3.6	45.2	50.5	0.6	0.1
G. Bicostata	3.5	35.9	59.2	1.2	0.2
E. Obliqua	4.5	41.9	52.6	0.9	0.1
E.G. Maidenii	5.4	38.2	55.4	0.9	0.1

2.- Características Físicas:

El % de corteza varió entre 7 y 18,4%, siendo el valor más alto para el Bicostata.

La densidad verde varió entre 0,45 y 0,61, el Globulus y Maidenii fueron los que registraron mayor densidad de 0,59 y 0.61 gr/cc respectivamente.

La longitud de fibra fluctuó entre 0.7 y 0.92 mm., en los que los de menor longitud fueron el globulus y el obliqua con 0.7 mm., valor un tanto inusual en estas especies, ya que son maderas de longitud de fibras cercanas a 1 mm. El Maidenii fué el de mayor longitud de fibra.

3.- Características Químicas:

El contenido total de extraíbles, en general es bajo, y varió entre 1.52% (E. Regnans) y 3.91% (Bicostata).

La lignina varió entre 19,16 y 23,88% y el contenido de celulosa entre 48,06% y 52,23%.

TABLA 2

Espe ^c ie	% Corteza (en peso)	Densid. gr/cc.	Long.Fibra (mm.)	Lignina Tappi %	Celulosa KH %
E. Delegatensis	10.7	0.45	0.80	19.44	48.82
E. Regnans	8.4	0.49	0.86	21.09	48.06
E. Globulus	7.0	0.59	0.71	20.17	52.23
E. Fastigata	8.3	0.47	0.81	21.26	51.97
E. Nitens	10.6	0.48	0.86	19.16	50.06
E.G.Bicostata	18.4	0.49	0.75	21.98	48.47
E. Obliqua	10.8	0.49	0.70	23.88	49.23
E.G. Maidenii	14.0	0.61	0.92	19.80	51.91

4.- Pulpajes:

Para las mismas condiciones de pulpajes, todos muestran el mismo grado de respuesta. Los rendimientos logrados son buenos en general, sobre un 50% superiores a los obtenidos con otras fibras cortas.

Según su rendimiento las especies pueden ser clasificadas como:

- De rendimiento alto: Fastigata, Maidenii, Nitens, y Globulus.
- De rendimiento medio: Regnans y Obliqua.
- De rendimiento bajo: Bicostata y Delegatensis

TABLA 3

Espece	Rendimien to Clasi- ficado	% Rechazo To tal. 3 - 0.2mm)	# ROE	# Kappa
E. Delegatensis	49.9	1.6	2.2	14.8
E. Regnans	52.4	1.1	2.2	14.8
E. Globulus	53.9	1.3	2.2	14.8
E. Fastigata	55.2	1.4	2.2	14.8
E. Nitens	54.0	1.3	2.2	14.8
E. G.Bicostata	51.0	1.7	2.5	17.0
E. Obliqua	52.6	1.4	2.4	16.5
E. G. Maidenii	54.3	0.5	2.5	17.0
Hualle	46.5	4.8	3.9	25.5

5.- Propiedades Físico - Mecánicas

5.1 Rasgado

En niveles y comportamiento del rasgado, las especies pueden ser designadas de mayor a menor como sigue:

- 1º Maidenii
- 2º E. Nitens - Obliqua
- 3º Fastigata - Globulus - Regnans
- 4º Delegatensis - Bicostata

En general, las especies de eucaliptus dan buenas propiedades físico mecánicas, comparadas a otras especies de fibra corta.

6.- Conclusiones finales obtenidas en Laja.

- Desde el punto de vista pulpable todas las especies de eucaliptus tienen una buena respuesta, pero en las evaluadas, hay algunos que sobresalen con respecto a otra.
- Las especies con más desventaja son el Delegatensis y el Bicostata.
- Las especies con más ventajas, desde el punto de vista pulpable serían: El E. Nitens, Fastigata, Globu--lus y Maidenii.
- El E. Regnans está en una posición intermedia de los 2 grupos.

