Although Chilean plantations will be subject to losses in productivity from biological agencies, there is cause to be optimistic that these can be managed successfully. Given effective quarantine, sound plantation planning, flexibility in management and adequate scientific and operational expertise in pest and disease management, it should be possible to keep pest and disease impacts in plantations below economically important levels.

ACKNOWLEDGMENTS

Some sections of this paper draw on the paper "Biological threats to Australian plantations: implications for research and management" by H. J. Elliott, G. A. Kile and J. N. Cameron pp In Prospects for Australian Forest Plantations eds. J. Dargarel and N. Semple, Centre For Resource and Environmental Studies, Australian National University, 1990). Constructive comments were provided by Ken Old and Alan Brown.

REFERENCES

Atkinson, P.R., Tribe, G.D. and Govender, P., 1991. Pests of Importance in the Recent Expansion of **Eucalyptus** Plantings in South Africa. pp 728-738 in IUFRO Symposium: Intensive Forestry: The role of Eucalypts, Durban South Africa, 2-6 September 1991.

Appel, D. and Stipes, R., 1984. Canker Expansion on Water Stressed Pin Oaks Colonized by **Endothia gyrosa**. Plant Disease, 68: 851-853.

Bain, J., 1981. Forest Monocultures - How Safe are they?. An Entomologist's View. N. Z. J. For., 26: 37-42.

Booth, T.H., 1991a. Plant Growth and Site Selection. Agricultural Systems and Information Technology Newsletter 3.3, pp. 30-31.

Booth, T.H., 1991b. Where in the World? New Climatic Analysis Methods to Assist Species and Provenance Selection for Trials. Unasylva 165, 42: 51-57.

Burdon, R., 1982. Monocultures - How Vulnerable?. Wellington, N.Z.: Forest Research Institute. (What's New in Forest Research. Nº 115).

Canty, C., 1991. Controlled Release Granules Protect **Eucalyptus** Trees from Termite Attack. pp. 739-748 in IUFRO Symposium: Intensive Forestry: The role of Eucalypts, Durban South Africa, 2-6 September 1991.

INFOR

Carne, P.B., 1973. The Entomological Hazards of **Eucalpytus** Monoculture. Paper presented at the 45th ANZAAS Conference, 1973, Perth. Unpublished.

Castro, H.A. et Krugner, T.L., 1982. Incidencia de Apodrecimento de Cerne em Arvores Vivas de **Eucalyptus** na Regiao de Guaiba - RS. Summa Phytopathologica, 8: 3-11.

Chararas, C., 1969. Etude Biologique de **Phoracantha semipunctata** F. (Coleoptaare Cerambycidae xyolphage) Specifique des **Eucalyptus** en Tunisie et Recherches sur la Vitalite et l'adaptation de ces Essences. C. R. Acad. Agric. Fr., 55: 47-57.

Cheah, L.J., 1977. Aerobiology and Epidemiology of **Mycosphaerella nubilosa** (Cke) Hansf. on **Eucalyptus spp.** M. Sc. Thesis, University of Auckland, New Zealand.

Conradie, E., 1992. Effects of Water Stress on the Development of Cambial Lesions caused by **Cryphonectria cubensis** on **Eucalyptus grandis**. Plant Disease, 76: 744-776.

Crous, P.W., Knox-Davies, P.S. and Wingfield, M.J., 1989. A Summary of Fungal Leaf Pathogens of **Eucalyptus** and the Diseases they cause in South Africa. S. A. For. J., 149: 9-16.

Elliott, H.J. and Bashford, R., 1978. The Life History of **Mnesampela privata** (GUEN.) (Lepidoptera: Geometridae) a defoliator of young eucalypts. J. Aust. Ent. Soc., 17: 210-214.

Elliott, H.J., Bashford, R. and Greener, A., 1993. Effects of Defoliation by the Leaf Beetle, **Chrysophtharta bimaculata**, on Growth of **Eucalyptus regnans** Plantations in Tasmania. Aust. For., 56: 22-26.

Elliott, H.J., Bashford, R., Greener, A. and Candy, S.G., 1992. Integrated Pest Management of the Tasmanian **Eucalyptus** Leaf Beetle, **Chrysophtharta bimaculata** (Oliver) (Coleoptera: Chysomelidae). For. Ecol. Manage., 53: 29-38.

Farrall, M.H., Neves, M.C. and Farrall, W., 1991. Spatial Distribution of **Phoracantha semipunctata** in an **Eucalyptus** Plantation in Portugal. pp.760-767 in IUFRO Symposium: Intensive Forestry: The role of Eucalypts, Durban South Africa, 2-6 September 1991.

INFOR

Farrell, G.S. and New, T.R., 1980. Some Aspects of the Biology of the Eucalpt-mining sawfly **Phylacteophaga froggatti** Riek (Hymenoptera: Pergidae). Aust. J. Zool., 28: 83-90.

Floyd, R.B. and Farrow, R.A., 1993. The Potential Role of Natural Insect Resistance in the Integrated Pest Management of Eucalypt Plantations in Australia. Proc. Symp. Biotechnological and Environmental Approaches to Pest Management, Dilman, Philippines (in press.).

Gadgil, P.D. and Bawden, A.D., 1981. Infection of Wounds in **Eucalyptus delegatensis**. N.Z. J. For. Sci., 11: 262-270.

Gibson, I.A.S., 1975. Diseases of Forest Trees Widely Planted as Exotics in the Tropics and Southern Hemisphere. Part I. The genus **Eucalyptus**. Comm. Mycol. Inst. and Comm. For. Inst. pp. 9-20.

Hodges, C.S. and Reis, M.S., 1976. A Canker Disease of **Eucalyptus** in Brazil caused by **Diaporthe cubensis**. Brazilin Institute For Forestry Development United Nations Development Programme and Food and Agriculture Organisation of the United Nations FO:DP/BRA/71/545 Field Document No. 14.

Jayawickrama, K.J.S., Schlatter, J.E. and Escobar, R., 1993). Eucalypt Plantation Forestry in Chile. Aust. For., 56: 179-192.

Landsberg, J., 1990a . Dieback of Rural Eucalypts: Does Insect Herbivory Relate to Dietary Quality of Tree Foliage?. Aust. J. Ecol., 15: 73-88.

Landsberg, J., 1990b. Dieback of Rural Eucalypts: Response of Foliar Dietary Quality and Herbivory to Defoliation. Aust. J. Ecol., 15: 89-96.

Libby, W.J., 1982. What is a Safe Number of Clones for Plantation? In. Resistance to diseases and pests in forest trees. Proceedings of the Third International Workshop on the Genetics of Host-Parasite Interactions in Forestry, 1980 September 14-21, Wageningen, the Netherlands. Wageningen: Centre of Agricultural Publishing and Documentation: 342-60.

Lindsay, D., 1988. Australian Quarantine Requirements for the Future: A Review by the Quarantine Review Committee, Dept. Primary Ind. & Energy, Canberra, AGPS, 229 pp.

Lundquist, J.E., 1987. A History of five Forest Diseases in South Africa. S. A. For. J., 140: 51-59.

INFOR

Löyttyniemi, K., 1991. Biology and Control of **Phoracantha** Beetles in Exotic Eucalypt Plantations with Special Reference to Zambia. pp. 768-775 in IUFRO Symposium: Intensive Forestry: The role of Eucalypts, Durban South Africa, 2-6 September 1991.

McInnes, R.S., Carne P.B., Wingfield, M.J. and Venter, W.B., 1978. Predation of Cossid Moth Larvae by Yellow-tailed Black Cockatoos causing Losses in Plantations of **Eucalyptus grandis** in North Coastal New South Wales. Aust. Wildl. Res., 5: 101-121.

Marks, G.C., Incoll, W.D. and Lory, I.R., 1986. Effects of Crown Development, Branch shed and Competition on Wood Defect in **Eucalyptus regnans** and **E. sieberi**. Aust. For. Res., 16: 117-129.

Miller, J.T., Cannon, P.G. and Ecroyd, C.E., 1992. Introduced Forest Trees in New Zealand: Recognition, role and seed source. II **Eucalyptus nitens** (Deane et Maiden) Maiden. FRI Bulletin Nº 124: pp 6-9.

Old, K.M. (ed.), 1979. Phytophthora and Forest Management in Australia. Report of a Conference held at CSIRO Division of Forest Research, Canberra. CSIRO, 114 pp.

Old, K.M. and Kobayashi, 1988. Eucalypts are Susceptible to the Chestnut Blight Fungus, **Cryphonectria parasitica**. Aust. J. Bot., 36: 599-603.

Old, K.M., Ruth Gibbs, Craig, I., Myers, B.J. and Yuan, Z.Q., 1990. Effect of Drought and Defoliation on the Susceptibility of Eucalypts to Cankers caused by **Endothia gyrosa** and **Botryosphaeria ribis**. Aust. J. Bot., 38: 571-581.

Reis, M.S. and Hodges, C.S., 1975. Status of Forest Diseases and Insects in Latin America. Second FAO/IUFRO World Technical Consultation on forest diseases and insects, New Delhi, India, 7-14 April, 1975.

Roane, M.K., Stipes, R.J. Phipps, M.J. and Miller, O.K., 1974. Endothia gyrosa, Causal Pathogen of Pin oak Blight. Mycologia, 66: 1042-1047.

Scriven, G.T., E.L. Reeves and Luck, R.F. 1986. Beetle from Australia Threatens Eucalyptus. Calif. Agric., 40: 4-6.

Spaulding, P., 1961. Foreign Diseases of Forest Trees of the World. An annotated list. Agriculture Handbook 197. Washington: USDA.

INFOR

Van der Westhuizen, I.P., Wingfield, M.J., Kemp, G.H.J. and Swart, W.J., 1993. First Report of the Canker Pathogen **Endothia gyrosa** on **Eucalyptus** in South Africa. Plant Pathology, 42: 661-663.

Walker, J., Old, K.M. and Murray, K.I.L. 1985. Endothia gyrosa on **Eucalyptus** in Australia with Notes on Some Other Species of **Endothia** and **Cryphonectria**. Mycotaxon, 23: 353-370.

Zobel, B.J., 1980. The World's Need for Pest Resistant Forests Trees. In. Heybrook, H.M., Stephen, B.R. and von Weissenberg, K., eds. Resistance to diseases and pests in forest trees. Proceedings of the Third International Workshop on the Genetics of Host-Parasite Interactions in Forestry, 1980 September 13-21, Wageningen, The Netherlands. Wageningen: Centre for Agricultural Publishing and Documentation: 1-8.

INFOR

ENFERMEDADES FOLIARES EN UN ENSAYO DE PROCEDENCIAS Y FAMILIAS DE Eucalyptus globulus ssp globulus, CAUQUENES VII REGION, CHILE.

Gastón González V. (*)
Patricio Parra S. (**)

RESUMEN

Determinaciones de agente, incidencia y severidad de defoliación asociada a hongos folícolas se realizaron en un ensayo de procedencias y familias de ***Eucalyptus globulus ssp globulus****, establecido en 1989 y ubicado en el secano interior de la provincia de Cauquenes VII Región.*

Se identificaron los hongos ***Mycosphaerella cryptica, M. molleriana*** *(=M. nubilosa);* ***Fairmaniella leprosa, Harknessia globosa y Sonderhenia eucalypticola*** *y especies de* ***Microthyrium, Pestalotiopsis, Phoma*** *y una especie de ascomicete no identificada.*

Las enfermedades foliares ocurrieron en el 33% de las familias en el ensayo; la incidencia máxima en estas familias alcanzó el 7,5% de los individuos y la severidad de la defoliación llegó hasta un 80%.

(*) Ingeniero Agrónomo. Universidad de Concepción.
(**) Ingeniero Forestal. Instituto Forestal.

INFOR

INTRODUCCION

Las tasas de plantación con especies del género **Eucalyptus** han crecido considerablemente estos últimos años. Se estima, de acuerdo a las inversiones industriales comprometidas en madera para pulpa, que se alcanzará una superficie total de 300.000 ha en el año 2000.

La principal especie plantada en nuestro país es **Eucalyptus globulus ssp. globulus**, originaria de Australia, específicamente de los Estados de Victoria y Tasmania, incluyendo las Islas del Estrecho de Bass. Kirkpatrick (1975 a) agrupa a **Eucalyptus globulus** en cuatro subespecies: **E. globulus ssp. globulus**, **E. globulus ssp. bicostata**, **E. globulus ssp. maidenii** y **E. globulus ssp. pseudoglobulus.**

Aunque las ventajas de establecer plantaciones con especies exóticas de rápido crecimiento generan en una corta rotación gran diversidad de productos de atractiva rentabilidad, no significan que el recurso quede menos expuesto a agentes abióticos y bióticos durante la rotación. Por el contrario, pueden significar un efecto negativo más severo que en cultivos de rotaciones largas ya que el producto solicitado se planifica a un plazo más corto, donde, la recuperación del volumen perdido por acción de agentes de enfermedad o daño es menos probable o de mayor costo.

En Chile, el riesgo a plagas y enfermedades forestales está dado por el aumento de la distribución de las plantaciones comerciales a áreas marginales de crecimiento, la adaptabilidad de agentes nativos a las especies introducidas y por la intensificación del comercio internacional y el turismo, que hacen más vulnerables las barreras naturales del país.

En el marco del Mejoramiento Genético, el Instituto Forestal, ha establecido una serie de ensayos de procedencias y familias del género **Eucalyptus**, entre ellas **Eucalyptus globulus ssp. globulus,** con el fin de aportar en el futuro semillas y clones seleccionados de alta productividad, superior a los niveles alcanzados con una silvicultura intensiva. Para ello el programa está orientado hacia la obtención de ganancias genéticas en características de interés tales como altura, diámetro, volumen y densidad de la madera, entre otros.

INFOR

Estos ensayos, están expuestos, al igual que las plantaciones comerciales, a ser afectados por plagas o enfermedades, las cuales deben ser prospectadas periódicamente con el propósito de tomar las medidas de control en forma oportuna y eficiente. El registro de información del estado sanitario de procedencias y familias permitirá clasificarlas en grados de susceptibilidad a los ataques de los agentes dañinos.

Para iniciar un Programa de Mejoramiento Genético de resistencia a las plagas y enfermedades, es necesario que los árboles se seleccionen en áreas con altos niveles poblacionales del agente dañino. El propósito de la selección es crear una base genética amplia de individuos resistentes al daño, es decir, estrechando la base genética de las características deseables como crecimiento y forma, pero al mismo tiempo manteniendo una amplia base para caracteres de resistencia y adaptación (Balocchi y Delmastro, 1992). En este contexto es necesario diferenciar las familias y procedencias de **Eucalyptus globulus ssp. globulus** dada la variabilidad genética que existe en la resistencia al ataque de hongos patógenos.

Este documento informa de los primeros resultados de prospección de enfermedades foliares y su efecto en el crecimiento. Los objetivos del estudio fueron identificar y describir los hongos asociados a procedencias y familias de **Eucalyptus globulus ssp. globulus** y evaluar la incidencia y severidad de las enfermedades presentes en el ensayo.

MATERIAL Y METODO

Antecedentes de la Colección de Semillas

La colección de semillas empleada en el ensayo es una muestra que representa parte importante del área de distribución natural de la especie. La colección incluye 35 procedencias y 218 familias australianas; se agregaron como testigos dos procedencias nacionales (Talca y Huerto semillero de la empresa Forestal Copihue S.A.), una muestra de huerto semillero (APPM, Tasmania, Australia), dos procedencias de **Eucalyptus globulus ssp. bicostata** y una procedencia de **E. globulus ssp. maidenii**.

En el Cuadro Nº1 se indican estas procedencias con su ubicación, altitud y antecedentes climáticos en su lugar de origen.

INFOR

Cuadro Nº 1.

PROCEDENCIAS Y FAMILIAS DE Eucalyptus globulus ssp. globulus ENSAYADAS

ORIGEN		Proced	FAMILIA Nº	Latitud	Longitud	Altitud	Precipitación 1 (%)	Precipitación 2 Total (%) (mm)		Temperatura 3 °C	Temperatura 4 °C
W. Apollo Bay	VIC	1	1-2-3-4	38°46'	143°33'	300	37	63	870	17	10
SW. Apollo Bay	VIC	2	5-6-7-8-9-10-11	38°49'	143°34'	145	37	63	870	17	10
Otway State Forest	VIC	3	12-13-14-15-16-17-18-19 20-21-22-23-24-25-26-27 28-29	38°28'	143°27'	150	37	63	870	17	10
Jeeralang North	VIC	4	30-31-32-33-34-35-36-37 38-39-40-41-42-43-44-45 46-47-48-49-50-51-52-53 54-55-56-57-58-59	38°19'	146°36'	320	40	60	1388	17	6
NW. Hedley	VIC	5	61-63-64-65	38°38'	146°30'	20	39	61	607	-	-
Wilson Promontory	VIC	6	66-67-68-69-70-71-72-73 74	39°08'	146°25'	60	-	-	-	-	-
N. of Toora	VIC	7	75-76	38°37'	146°21'	180	39	61	607	-	-
W. Kennett River	VIC	8	77-78-79-80-81-82	38°39'	143°48'	250	36	64	928	18	9
NW. of Lorne	VIC	9	83-84-85-86-87-88	38°31'	143°57'	210	36	64	928	18	9
W. Lorne	VIC	10	89-90-91-92-93-94-95-96 97	38°31'	143°56'	210	36	64	928	18	9
Badgers Creek Q.	TAS	11	98-99-101-102-103-104 105-106	41°59'	145°18'	130	40	60	2460	16	6
Binalong Bay	TAS	12	107-108-109-110-111-113	41°16'	148°18'	120	46	64	928	18	7
Little Henty River	TAS	13	114-115-116-117-118-119	41°56'	145°12'	10	40	60	2460	16	6
N. Cape Barren Is.	TAS	14	120-121-122-123-124	40°22'	148°13'	20	42	58	785	18	9
NW. Cape Barren Is.	TAS	15	125-126-127-128-129-130 131	40°21'	148°07'	20	42	58	785	18	9
SW. Cape Barren Is.	TAS	16	132-133-134-135	40°26'	148°03'	40	42	58	785	18	9
Macquaria Harbour	TAS	17	136-137-138	42°20'	145°20'	20	43	58	2537	-	-
King Island	TAS	18	139-140-141-142	40°00'	144°00'	60	34	66	901	17	10
S. of Flinders Is.	TAS	19	143-144-145	40°14'	148°08'	120	42	58	785	18	9
Flinders Island	TAS	20	146	39°46'	147°52'	20	42	58	763	18	9
N. of Flinders Is.	TAS	21	147-148-149	39°45'	147°57'	40	42	58	763	18	9
Central Flinders Is.	TAS	22	150-152-153-154-155	39°55'	147°57'	40	42	58	763	18	9
Central Flinders Is.	TAS	23	156-157-158-159-160-161 162-163	40°02'	148°01'	190	31	69	736	-	-
E. Flinders Is.	TAS	24	164	39°59'	148°11'	60	42	58	785	18	9
Central Flinders Is.	TAS	25	165-166-167	40°04'	148°04'	200	31	69	736	-	-
S. of Flinders Is.	TAS	26	168-169-170	40°16'	148°10'	40	42	58	785	18	9
Maugara	TAS	27	171-172-173-174-175-176 177-178-179-180-181-182 183-184-185-186	42°47'	146°55'	500	41	57	103	13	5
NW. Dover	TAS	28	187-188-189-190-191	43°16'	146°59'	190	39	61	878	17	6
Ellendale	TAS	29	192-193-194-195-196	42°38'	146°42'	460	41	57	103	13	5
NE. New Norfolk	TAS	30	197-198-199-200	42°43'	147°09'	300	52	48	790	7	1
N. Saint Marys	TAS	31	201-202-203-204-205	41°34'	148°12'	400	52	48	716	18	9
SW. Jericho	TAS	32	206-207-208-209-210	42°25'	147°16'	500	49	51	567	16	5
S. of Geeveston	TAS	33	211-212-213-214-215-216 217	43°12'	146°54'	250	39	61	878	17	6
N. of Geeveston	TAS	34	218-220	43°08'	146°57'	200	39	61	878	17	6
Koonya Tasman Pen.	TAS	35	221-222-223-225	43°04'	147°50'	20	46	54	774	-	-
S. Traralgon	VIC	36-229	Testigo E. globulus ssp. globulus bicostata								
Stanley	VIC	36-230	Testigo E. globulus ssp. globulus bicostata								
South Coast	NSW	36-231	Testigo E. globulus ssp. globulus maidanii								
Huerto sem. APPW	NSW	36-228	Testigo E. globulus ssp. globulus								
Talca VII Reg.	CHI	36-226	Testigo E. globulus ssp. globulus								
Constitución VII Reg. (Arb. Sem.)	CHI	36-227	Testigo E. globulus ssp. globulus								

1: Precipitación media anual para el período Noviembre - Abril en porcentaje
2: Precipitación media anual para el período Mayo - Octubre en porcentaje
3: Temperatura media máxima anual en °C
4: Temperatura media mínima anual en °C

INFOR

Antecedentes generales del ensayo

El ensayo fue establecido en julio de 1989 en la VII Región, Región del Maule, en el predio San Agustín, de propiedad de la empresa Forestal Copihue S.A., a 25 Km de la ciudad de Cauquenes (Latitud 35°54' y Longitud 72°07'). Ocupa una superficie de 6,5 ha, en un sitio que presenta una topografía plana, con depresiones suaves en algunos sectores. El clima es típico del secano interior, se caracteriza por un período de sequía de 5 meses (abril a agosto), con una precipitación media anual de 717,3 mm y una evapotranspiración potencial de 1181 mm. La temperatura media anual alcanza a 15,3°C, la temperatura máxima media a 21,1°C, el mes más frío es agosto y el mes con mayores heladas es julio.

Método de Prospección

Se efectuó una prospección individual a cada árbol del ensayo, lo que significó evaluar a 40 árboles por familia.

A los árboles con problemas, se les extrajo una muestra consistente en una ramilla con presencia de síntomas y signos de la enfermedad. Posteriormente, al cabo de 48 hrs, fueron trasladadas al Laboratorio de Fitopatología Forestal de la Universidad de Concepción - Sede Chillán, para su análisis e identificación de los organismos presentes.

Mediciones de Terreno

La incidencia y severidad del ataque de hongos patógenos se evaluó en Julio y Agosto de 1993. La clasificación de los árboles según la intensidad de defoliación de la copa, se realizó de acuerdo a las siguientes categorías:

Categorías	Rango Defoliación (%)
0	0 (sanos)
1	1 - 10
2	11 - 30
3	31 - 50
4	51 - 70
5	70 - 100
6	Copa Rala (50)

El concepto de las categorías 1 a 5 incluye a individuos con clara defoliación

INFOR

ascendente y se incluye en la categoría 6 árboles definidos como copa rala, donde la defoliación afectó a toda la altura de copa dejando a las ramas desprovistas parcialmente de follaje.

En Julio de 1993, se midieron las variables altura total y diámetro a la altura del pecho (DAP) (medido a 1,30 m desde la base del árbol) para comparar el crecimiento de los árboles sanos y enfermos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Presencia de Enfermedades Foliares

Las procedencias de Tasmania N. of Cape Barren Is. (14), Flinders Island (20), E. Flinders Is. (24), Central Flinders Is. (25) y N. Geeveston (34) no presentaron enfermedades sobre el follaje; en cambio, las procedencias Koonya Tasman Pen. (35), S. of Flinders Is. (26) y S. of Flinders Is. (19) tuvieron más del 60% de sus familias con presencia de ataque fungoso.

Las procedencias de Victoria, todas mostraron en determinado porcentaje de sus familias, presencia de enfermedades foliares. Las procedencias Wilson Promontory (6), W. Kennett River (8), y W. Apollo Bay (1), se destacan por presentar sobre el 75% de sus familias con presencia de hongos patógenos y Jeeralang North (4) sólo presenta el 10% (Cuadro Nº 2, Figura Nº1).

Hongos Patógenos Asociados a Necrosis Foliar

Las especies patógenas determinadas sobre las distintas procedencias muestreadas fueron las siguientes: **Mycosphaerella cryptica** (Cke) Hansford, **Mycosphaerella molleriana** (Thum.) Lindau, **Fairmaniella leprosa** (Fairm.) Petrak y Sydow, **Sonderhenia eucalypticola** (Davis) Swart y Walker, **Harknessia globosa** Sutton y no identificadas de los géneros **Microthyrium, Phoma y Pestalotiopsis;** además se observó peritecios de un ascomicete, tentativamente identificado como perteneciente al género **Wuestneia.**

Como se indicó anteriormente, en el estudio se buscó identificar a los agentes presentes sin establecer pruebas de su patogenicidad. La calidad de patógenos de las especies mencionadas se basa en los listados de Crous **et al.** (1989), Lanier (1986) y Gibson (1975).

Los agentes identificados se encontraron raramente como los únicos presen-

INFOR

tes sobre una muestra, La situación frecuente correspondió a infecciones de más de un patógeno en diferentes hojas de una misma ramilla y, aún, sobre una misma hoja (Cuadro Nº 3, Figura Nº2).

Cuadro Nº 2.

PROSPECCION DE ENFERMEDADES EN PROCEDENCIAS Y FAMILIAS DE Eucalyptus globulus ssp. globulus.

ORIGEN		Procedencias Nº	Familias Prospectadas Nº	Familias con Presencia de Enfermedades Nº	(%)
N. Apollo Bay	VIC	1	1-2-3-4	1-2-3	75,0
NW. Apollo Bay	VIC	2	5-6-7-8-9-10-11	6-7-11	42,9
Otway State Forest	VIC	3	12-13-14-15-16-17-18-19 20-21-22-23-24-25-26-27 28-29	13-14-20-27 29	37,8
Jeeralang North	VIC	4	30-31-32-33-34-35-36-37 38-39-40-41-42-43-44-45 46-47-48-49-50-51-52-53 54-55-56-57-58-59	39-54-56	10,0
NW. Hedley	VIC	5	61-63-64-65	64-65	50,0
Wilsons Promontory	VIC	6	66-67-68-69-70-71-72-73 74	66-67-68-70 71-72-73-74	88,9
N. of Toora	VIC	7	75-76	76	50,0
W. Kennett River	VIC	8	77-78-79-80-81-82	77-78-79-80-81	83,3
NW. of Lorne	VIC	9	83-84-85-86-87-88	87	16,7
N. Lorne	VIC	10	89-90-91-92-93-94-95-96 97	89-93	22,2
Badgers Creek Q.	TAS	11	98-99-101-102-103-104 105-106	99-105-106	37,5
Binalong Bay	TAS	12	107-108-109-110-111-113	110	16,7
Little Manty River	TAS	13	114-115-116-117-118-119	115-116	33,3
N. Cape Barren Is.	TAS	14	120-121-122-123-124		0,0
NW. Cape Barren Is.	TAS	15	125-126-127-128-129-130 131	131	14,3
SW. Cape Barren Is.	TAS	16	132-133-134-135	134	25,0
Macquarie Harbour	TAS	17	136-137-138	137	33,3
King Island	TAS	18	139-140-141-142	140-141	50,0
S. of Flinders Is.	TAS	19	143-144-145	143-144	66,7
Flinders Island	TAS	20	146		0,0
N. of Flinders Is.	TAS	21	147-148-149	149	33,3
Central Flinders Is.	TAS	22	150-152-153-154-155	152	20,0
Central Flinders Is.	TAS	23	156-157-158-159-160-161 162-163	156-158	25,0
E. Flinders Is.	TAS	24	164		0,0
Central Flinders Is.	TAS	25	165-166-167		0,0
S. of Flinders Is.	TAS	26	168-169-170	168-169	66,7
Hongara	TAS	27	171-172-173-174-175-176 177-178-179-180-181-182 183-184-185-186	173-176-181-182 184	31,3
NW. Dover	TAS	28	187-188-189-190-191	189-190	40,0
Ellendale	TAS	29	192-193-194-195-196	195-196	40,0
NE. New Norfolk	TAS	30	197-198-199-200	197-200	50,0
N. Saint Marys	TAS	31	201-202-203-204-205	202-204-205	60,0
SW. Jericho	TAS	32	206-207-208-209-210	206	20,0
S. of Geeveston	TAS	33	211-212-213-214-215-216 217	213-215-217	42,9
W. of Geeveston	TAS	34	218-220		0,0
Koonya Tasman Pen.	TAS	35	221-222-223-225	221-222-223	75,0
Testigos chilenos	CHI	36	226-227-228-229-230-231	231	16,7

INFOR

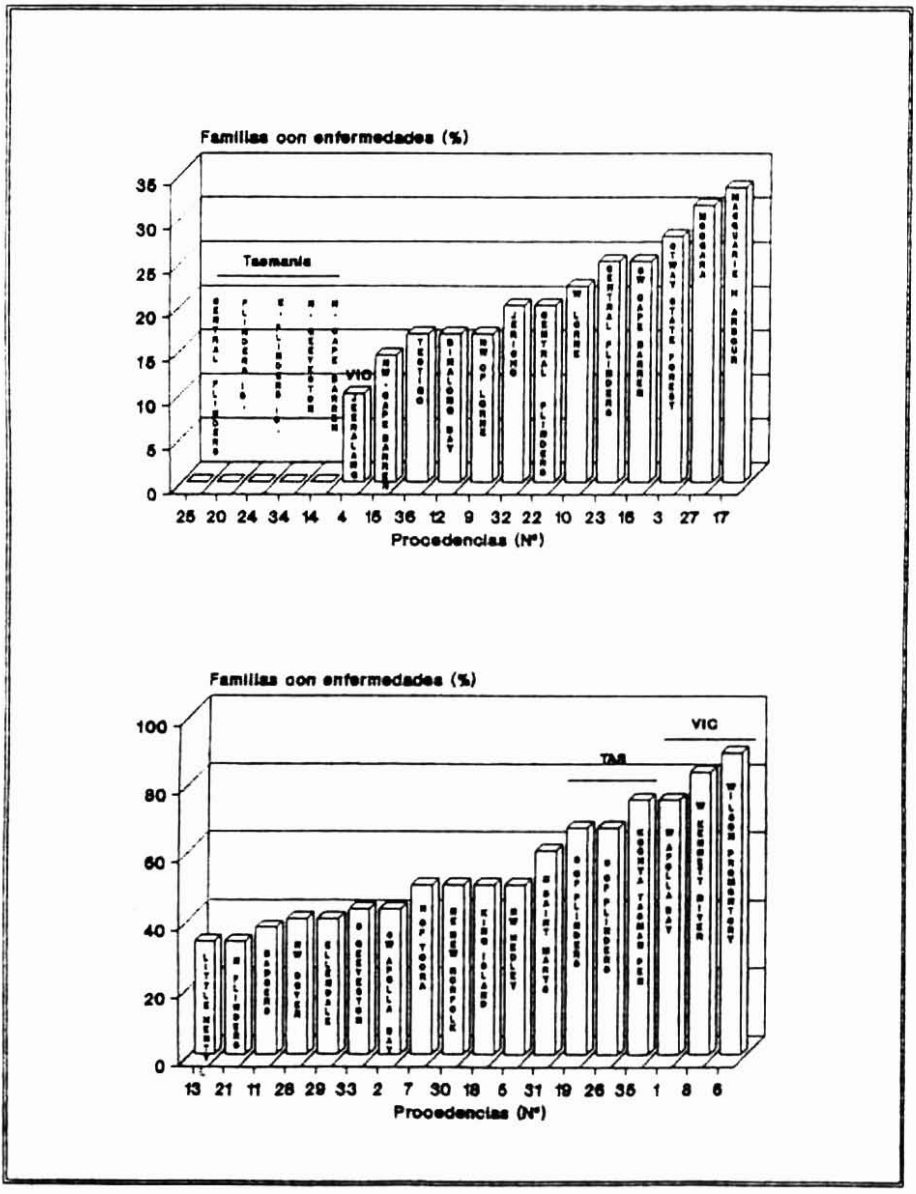


Figura Nº 1. **PROCEDENCIAS DE ENFERMEDADES FOLIARES en Eucalyptus globulus ssp. globulus.**

INFOR

Cuadro Nº 3.

PORCENTAJE DE ARBOLES AFECTADOS POR HONGOS A NIVEL DE PROCEDENCIAS Y FAMILIAS DE Eucalyptus globulus ssp. globulus.

PROCEDENCIA	FAMILIA	AGENTES 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	AFECTADO (%)
1	1	2.5	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	7,5
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	2,5
1	3	0	0	0	2.5	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	5,0
2	6	0	2.5	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,0
2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	2,5
2	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	2,5
3	13	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
3	14	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
3	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	2.5	0	0	5,0
3	27	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
3	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	2,5
4	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	0	2,5
4	54	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
4	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	2,5
5	64	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
5	65	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	2.5	2.5	7,5
6	66	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
6	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	2,5
6	68	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
6	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	2,5
6	71	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
6	72	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	2,5
6	73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0	2,5
6	74	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	5,0
7	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5,0
8	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	2,5
8	78	0	2.5	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	5,0
8	79	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
8	80	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
8	81	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
9	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	2,5
10	89	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
10	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	2,5
11	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	2.5	0	0	5,0
11	105	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
11	106	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
12	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	2,5
13	115	0	2.5	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	5,0
13	116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	2,5
15	131	0	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
16	134	0	2.5	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,0
17	137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	2,5
18	140	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	2.5	5,0
18	141	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	2,5
19	143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	2,5
19	144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	2,5
21	149	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	5,0
22	152	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	2.5	5,0
23	156	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
23	158	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
26	168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5,0
26	169	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
27	173	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
27	176	0	2.5	0	0	0	0	2.5	0	0	2.5	0	0	0	0	0	7,5
27	181	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
27	183	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	5,0
27	184	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	2,5
28	189	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
28	190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	2,5
29	195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	2,5
29	196	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	2,5
30	197	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	2,5
30	200	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
31	202	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	2,5
31	204	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	5,0
31	205	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
32	206	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	2,5
33	213	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	2.5	7,5
33	215	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
33	217	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	2,5
35	221	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5,0
35	222	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	2.5	5,0
35	223	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	2,5
36	231	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
Nº FAMILIAS POR AGENTE		1	20	1	10	1	1	14	1	1	11	1	1	11	1	21	

SIMBOLOGIA

1. Microthyriem sp.
2. Mycosphaerella cryptica.
3. Mycosphaerella nubilosa.
4. Fairmaniella leprosa.
5. Phoma sp.
6. Sonderhenia sp.
7. Mycosphaerella cryptica-Harknessia glob.
8. Mycosphaerella nubilosa-Harknessia glob.
9. Harknessia globosa-Fairmaniella leprosa.
10. Mycosphaerella cryptica-Fairmaniella leprosa.
11. Mycosphaerella cryptica-Phoma.
12. Mycosphaerella cryptica-Harknessia globosa-Pesta
13. Mycosphaerella cryptica-Harknessia globosa-Fairmaniella.
14. Mycosphaerella cryptica-Fairmaniella leprosa-Phoma sp.
15. Probablemente Wuestneia.

INFOR

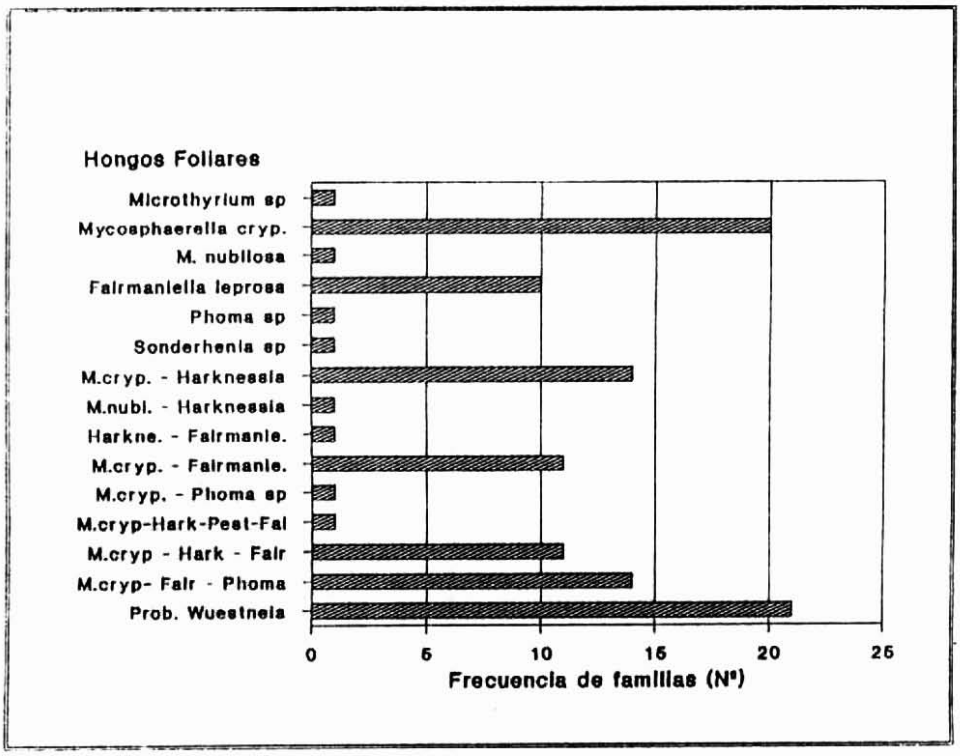


Figura Nº 2. **FRECUENCIA DE FAMILIAS AFECTADAS POR HONGOS FOLIARES**

INFOR

Esta última situación genera confusión cuando se pretende identificar por síntomas, ya que pudo determinarse que, en los casos donde se encuentra más de un patógeno sobre una lesión, no hay un patrón común de síntomas excepto que el área necrosada corresponde a manchas denominadas, en este trabajo, como tizones: donde el área afectada puede ubicarse en el extremo de una hoja peciolada y alcanzar hasta un tercio del área foliar; en la parte basal de una hoja sésil o en los márgenes de toda la lámina pudiendo, en algunos casos, ser intervenal.

Tampoco se observó un patrón de síntomas característico para infecciones de una misma especie patógena. Para **M. cryptica,** por ejemplo, Park y Keane (1982) señalan que los síntomas sobre hojas juveniles de **E. globulus ssp. globulus** corresponden a lesiones regulares, circulares, a menudo inferiores a 1 cm de diámetro. En este trabajo se observó frecuentemente a **M. cryptica** asociado a lesiones irregulares, marginales o intervenales, de más de 1 cm de diámetro. Es altamente probable que, como lo indica Park (1988), lesiones tipo tizón dependan en su ocurrencia de la concentración del inóculo, de la duración del período de rocío o de un período de incubación cercano a la temperatura óptima. Respecto a **Mycosphaerella** en Sud Africa, Crous **et al.** (1991) indican que, en especies más susceptibles, como **E. globulus**, los hongos causan lesiones grandes y extensivas y que la extrema variación en la expresión de los síntomas no permiten su uso como un criterio taxonómico confiable. Esta aseveración es válida para los diferentes agentes identificados en el presente estudio.

La especie más frecuentemente encontrada fue **M. cryptica**, presente en forma aislada en 20 familias, asociada a **H. globosa** en 14 familias y a **F. leprosa** en 11 familias. (Cuadro Nº 3). La especie se identificó por el tamaño de los ascos: 45 x 9µ y de las ascosporas: 13(16) µ x 4 (6) µ, con marcada constricción en la septa, y pseudotecios inmersos, anfígenos, situación que concuerda con antecedentes descritos para la especie (Park y Keane, 1982). La germinación observada de la ascospora no correspondió, sin embargo a la descripción de Park y Keane (1982) ya que se produjo como una prolongación desde uno o ambos extremos de la ascospora y no en ángulo con ésta.

M. nubilosa, sinónimo de **M. molleriana** (Crous **et al.,** 1991), fue observada raramente: en forma aislada en la familia 6 de la procedencia SW. Apollo Bay (2) y asociada con **H. globosa** en la familia 65 de Hogson Hedley (5). Los pseudotecios fueron hipófilos, ligeramente errumpentes, y el tamaño de las ascoporas fue 15,2(17) x 3 (5), sin constricción en la septa y ligeramente más angosta en un extremo; la germinación ocurre en forma paralela al eje longitudinal, características que concuerdan con lo descrito por Park y Keane (1982) y por Crous **et al.** (1991).

INFOR

Fairmaniella leprosa se observó en 10 familias, generalmente en manchas irregulares, y asociada a **M. cryptica** y **H. globosa** en 11 familias (Cuadro Nº 3). Este hongo es monotípico (Sutton, 1980) y su presencia ha sido registrada para Chile (Mujica y Vergara revisado Oeherens, 1980) sobre **E. globulus**, en 1928. Para esta especie se observó que las características del conidioma no corresponden a las descritas por Sutton (1980) y es un taxón que debe revisarse.

Harknessia globosa fue determinado siempre en asociación con otros patógenos: con **M. molleriana** en 1 familia, con **F. leprosa** en 1 familia, con **M. cryptica** en 14 familias y con las últimas dos especies en 11 familias (Cuadro Nº 3). Las conidias oscuras, presentan forma globosa o subglobosa o subovoide, sin estrías, producidas en conidioma inmerso inicialmente, con ostíolo ancho, luego errumpente y, frecuentemente, decapitado, de tal modo que la masa de conidias se observa bajo microscopio estereoscópico o éstas aparecen liberadas como costra sobre la superficie de la hoja. El tamaño de las conidias fue de 18(22)µ x 12.9(14)µ, con pedicelo de 7µ de largo. Sutton (1980) entrega tamaños de 14-16 x 12-13µ y apéndice basal de 2-7µ de largo, ésto es, el material chileno de un tamaño ligeramente mayor. El género ha sido revisado por varios autores y, en la revisión parcial de Crous **et al.** (1993), se menciona a **H. globosa** y **H. hawaiiensis** como las únicas especies presentes en **Eucalyptus spp** con conidias globosas y sin estrías. La especie **H. hawaiiensis** tiene conidias de tamaño menor (Sutton, 1980) y la especie **H. eucalypti** presenta forma ampliamente ventricosa y ápices apiculados a obtusos, que no corresponden a la forma observada en el material colectado en este trabajo. El primer autor ha observado otras especies en material proveniente de la VIII Región y la identificación de ellas está en estudio.

Probablemente, **H. globosa** no sea una especie de alta patogenicidad y la permanente asociación con que fue observada represente colonización sobre tejidos previamente afectados por otros patógenos, condición que deberá estudiarse posteriormente.

El hongo ascomicete no identificado, probablemente una especie de **Wuestneia**, fue observado en estrecha asociación con **H. globosa** y podría corresponder al teleomorfo de esta especie. Ocurrió siempre sobre lesiones extensas y definidas como antiguas por la apariencia de los tejidos. En algunos casos, fueron visibles solamente restos de la pared del peritecio y en otros, las oquedades formadas por los ascomatas en los tejidos muertos de la hoja.

Sonderhenia eucalypticola corresponde a la proposición de Swart y Walker (1988) para ubicar a las especies de **Hendersonia** observadas sobre eucalipto que no corresponden a otros géneros, dado que **Hendersonia** es nomen rejiciendum. Las conidias observadas son obscuras, 3 distoseptadas, elipsoidea, ligeramente

INFOR

angostadas hacia el ápice, que es romo, con la base más plana, de tamaño 27,3(30) x 7,4(9)µ y correspondería a **Hendersonia fraserae**. En el estudio fue observada solamente en la familia 131, de procedencia NW. of Cape Barren Is. (15), pero puede destacarse que, en muestras provenientes de la VIII Región y estudiadas en el Centro Regional de Recolección y Diagnóstico de Chillán (Convenio CONAF - U. de Concepción) las especies de este género son muy frecuentes y se han observado asociadas a una especie de ésta (Park y Keane, 1984).

La especie de **Microthyrium** no fue identificada por cuanto el tamaño de las ascosporas (9.4µ x 4µ) es bastante menor que el de otras especies observadas sobre eucalipto (Swart, 1986) y la mayoría de las ascosporas eran inmaduras. El género se identificó por los característicos peritecios negros dispuestos sobre la superficie de la hoja, sin micelio superficial, ascos bitunicados, sacados, angostos en la base y pie corto. Swart (1986) ha propuesto una nueva combinación para **Microthyrium** y parece necesario revisar el material chileno ya que este género es bastante común sobre **Eucalyptus** en el país. En el estudio fue observado, sin embargo, solamente en la familia 1 de la procedencia W. Apollo Bay (1).

Respecto a **Pestalotiopsis**, Crous **et al.** (1989), indican dos especies sobre **Eucalyptus** y **P. funerea** (Desm) Steyaert sobre **E. globulus**. Sin embargo, la escasa cantidad de conidias obtenidas no permite confirmar esta especie. Este género fue observado, asociado a otros patógenos, en la familia 39 de procedencia Jeeralang North (4) (Cuadro Nº 3).

La especie de **Phoma** tampoco pudo ser identificada, por cuanto requiere de observaciones más precisas y confrontaciones con los tipos, dado el gran número de especies asignadas al género. Fue observada aislada en la familia 105 de la procedencia Badgers Creek Quarry (11) y luego en asociaciones con **M. cryptica** y **F. leprosa** en las familias 73 y 65 de las procedencias Wilson Promontory (6) y NW. Hedley (5), respectivamente.

Incidencia y Severidad del Daño.

La prospección realizada sobre el total de individuos de cada una de las 224 familias indicó un total de 74 familias con presencia de enfermedades foliares (Cuadro Nº 4, Figura Nº3). Para estas familias, la incidencia máxima fue de 7,5%, en la número 176 de la procedencia Moogara (27), la 213 de S. of Geeveston (33), la 65 de NW. Hedley (5) y la 1 de SW. Apollo Bay (2); la incidencia mínima fue 2,5%, que corresponde a un individuo enfermo por familia y ocurrió en 53 familias.

La incidencia de las enfermedades foliares es, por lo tanto, baja en el ensayo. LLama, sin embargo, la atención que, siendo la incidencia baja, se haya determinado

INFOR

un complejo de hongos patógenos sobre un escaso número de árboles respecto al total plantado. Este comportamiento puede considerarse como el inicio de infecciones masivas, especialmente para patógenos capaces de afectar hojas intermedias o adultas, sirviendo como fuente de inóculo los individuos actualmente infectados.

Cuadro Nº 4.

INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL DAÑO. ORDENACION POR ARBOLES AFECTADOS

PROCEDENCIAS	FAMILIAS Nº	SANOS ALT. (m)	SANOS DIAM. (cm)	ENFERMOS ALT. (m)	ENFERMOS DIAM. (cm)	DIFER. ALT. (m)	SANOS-ENF. DIAM. (cm)	ARB. AFECT. (%)	DEFOLIAC. (%)
27	176	5,4	4,2	4,5	3,5	16,7	16,7	7,5	60,0
33	213	7,9	6,6	6,0	4,4	24,1	33,3	7,5	50,0
5	65	7,0	5,8	7,0	6,0	0,0	-3,4	7,5	50,0
1	1	6,7	5,6	7,5	6,2	-11,9	-10,7	7,5	50,0
21	149	6,6	5,5	3,5	3,0	47,0	45,5	5,0	65,0
2	6	7,5	6,2	6,2	5,7	17,3	8,1	5,0	65,0
18	140	6,8	5,8	5,0	3,8	26,5	34,5	5,0	65,0
26	168	7,4	6,7	6,5	5,8	12,2	13,4	5,0	65,0
11	99	6,2	5,1	4,2	3,1	32,3	39,2	5,0	65,0
13	115	6,1	5,1	8,0	5,2	-31,1	-2,0	5,0	50,0
22	152	6,2	5,7	3,2	3,5	48,4	38,6	5,0	50,0
8	78	6,9	5,9	6,5	6,1	5,8	-3,4	5,0	50,0
1	3	6,9	6,4	5,7	6,3	17,4	1,6	5,0	50,0
16	134	5,8	5,0	5,0	4,2	13,8	16,0	5,0	50,0
35	222	6,1	5,6	4,8	3,6	21,3	35,7	5,0	50,0
7	76	7,0	5,9	3,1	2,2	55,7	62,7	5,0	50,0
35	221	5,7	5,2	4,5	3,9	21,1	25,0	5,0	50,0
27	182	7,6	6,4	4,0	3,1	47,4	51,6	5,0	50,0
6	74	4,6	3,9	1,9	1,1	58,7	71,8	5,0	50,0
31	204	6,8	6,6	4,7	5,0	30,9	24,2	5,0	50,0
3	20	7,4	6,2	4,3	2,5	41,9	59,7	5,0	50,0
2	11	7,4	7,0	7,5	7,0	-1,4	0,0	2,5	80,0
29	196	7,6	6,3	5,0	3,6	34,2	42,9	2,5	80,0
28	190	7,5	6,2	2,5	3,0	66,7	51,6	2,5	80,0
3	29	6,7	5,6	3,0	1,9	55,2	66,1	2,5	60,0
3	13	7,1	5,9	4,0	2,3	43,7	61,0	2,5	50,0
2	7	8,3	7,6	6,5	5,4	21,7	28,9	2,5	50,0
8	77	7,3	6,2	6,0	7,1	17,8	-14,5	2,5	50,0
26	169	7,7	6,4	9,0	6,1	-16,9	4,7	2,5	50,0
8	80	6,9	6,0	6,5	5,2	5,8	13,3	2,5	50,0
27	173	7,3	5,6	5,0	3,2	31,5	42,9	2,5	50,0
9	87	7,8	6,6	8,5	5,6	-9,0	15,2	2,5	50,0
6	67	3,7	3,6	2,0	2,1	45,9	41,7	2,5	50,0
10	92	7,9	6,9	4,0	3,1	49,4	55,1	2,5	50,0
27	181	7,6	6,6	8,0	7,2	-5,3	-9,1	2,5	50,0
11	105	6,4	5,4	7,0	8,0	-9,4	-48,1	2,5	50,0
6	66	3,7	2,8	3,2	3,5	13,5	-25,0	2,5	50,0
12	110	6,7	6,4	5,5	5,5	17,9	14,1	2,5	50,0
27	184	8,3	7,1	5,5	3,9	33,7	45,1	2,5	50,0
13	116	7,1	6,2	7,5	7,1	-5,6	-14,5	2,5	50,0
28	189	8,3	7,2	6,5	3,8	21,7	47,2	2,5	50,0
6	72	3,7	3,2	2,2	3,0	40,5	6,3	2,5	50,0
3	27	8,7	7,7	8,5	7,4	2,3	3,9	2,5	50,0
6	71	4,2	3,6	3,4	2,1	19,0	41,7	2,5	50,0
29	195	7,8	6,6	8,5	6,8	-9,0	-3,0	2,5	50,0
19	144	7,3	6,3	5,0	3,8	31,5	38,1	2,5	50,0
5	64	5,4	4,5	6,0	4,5	-11,1	0,0	2,5	50,0
6	70	4,0	3,6	2,0	1,5	50,0	58,3	2,5	50,0
30	197	6,7	5,7	6,5	6,0	3,0	-5,3	2,5	50,0
23	156	6,1	5,2	3,5	1,7	42,6	67,3	2,5	50,0
30	200	6,7	6,2	3,8	3,1	47,8	50,0	2,5	50,0
8	79	8,1	7,0	4,5	3,7	44,4	47,1	2,5	50,0
31	202	6,0	5,5	4,0	2,6	33,3	52,7	2,5	50,0
10	89	6,9	5,5	5,5	3,2	20,3	41,8	2,5	50,0
4	56	7,8	6,5	3,8	2,0	51,3	69,2	2,5	50,0
11	106	6,4	5,8	7,0	6,2	-9,4	-6,9	2,5	50,0
31	205	5,6	4,6	6,0	5,5	-7,1	-19,6	2,5	50,0
15	131	8,2	7,0	8,5	9,3	-3,7	-32,9	2,5	50,0
32	208	7,5	6,7	4,5	3,6	40,0	46,3	2,5	50,0
18	141	6,3	5,5	7,0	5,8	-11,1	-5,5	2,5	50,0
1	2	7,5	6,4	3,5	2,7	53,3	57,8	2,5	50,0
6	68	3,6	2,8	5,0	5,6	-38,9	-100,0	2,5	50,0
33	215	8,9	7,8	8,0	9,1	10,1	-16,7	2,5	50,0
8	81	7,8	6,7	5,5	6,1	29,5	9,0	2,5	50,0
33	217	8,8	7,8	5,5	4,6	37,5	41,0	2,5	50,0
3	14	7,5	6,2	6,5	4,7	13,3	24,2	2,5	50,0
4	54	7,0	5,8	7,5	6,4	-7,1	-10,3	2,5	50,0
36	231	6,5	5,6	4,0	3,5	38,5	37,5	2,5	50,0
4	39	7,2	6,2	5,5	4,0	23,6	35,5	2,5	50,0
6	73	3,4	3,2	1,8	1,2	47,1	62,5	2,5	50,0
23	158	7,7	6,7	7,4	4,7	3,9	29,9	2,5	50,0
17	137	6,4	5,0	5,3	4,3	17,2	14,0	2,5	50,0
35	223	6,9	6,3	4,5	4,0	34,8	36,5	2,5	50,0
19	143	4,1	3,4	4,5	3,8	-9,8	-11,8	2,5	28,5
PROMEDIO		6,7	5,8	5,3	4,5	20,7	22,1	3,3	52,2
C. VARIACION		19,4	20,1	34,0	41,0	112,2	141,7	43,1	14,3

INFOR

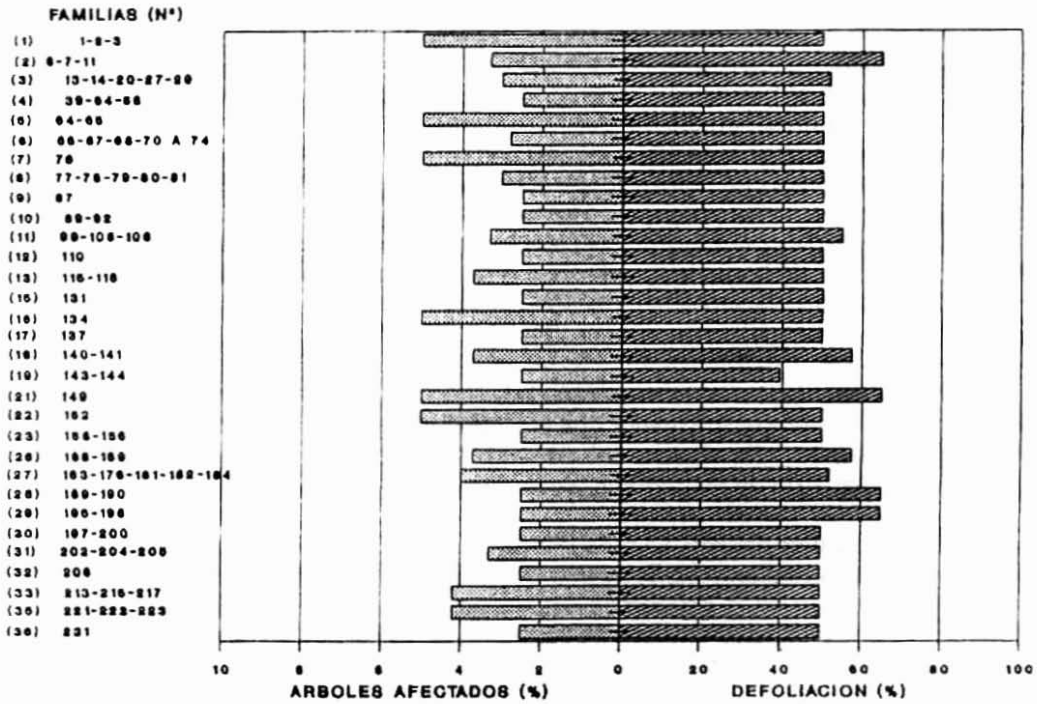


Figura Nº 3. **INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE LAS ENFERMEDADES FOLIARES.**

INFOR

La severidad del ataque varía entre 28,5 y 80% de defoliación (Cuadro Nº 4). Al contrario de la incidencia, la severidad debe considerarse alta y afectando el crecimiento. Las mediciones de Lunquist y Purnell (1987) para ataques de **Mycosphaerella nubilosa**, en Sud Africa, sobre **E. nitens** pueden servir de referencia, en cuanto demuestra que el incremento en diámetro y volumen es progresivamente menor a medida que la defoliación sobrepasa el 25%; el crecimiento en altura fue afectado con defoliaciones sobre el rango 38-50%.

Los promedios por árbol de las características de crecimiento, comparativamente difieren en árboles sanos y enfermos: en altura un 20,7% y en diámetro 22,1%; ambas con un alto coeficiente de variación, lo cual revela gran variabilidad existente a nivel de familias.

Puede establecerse que en un 76% de las familias afectadas la altura promedio de los árboles enfermos, fue menor que la altura promedio de los individuos sanos de la misma familia. En el caso del diámetro también fue menor en los árboles enfermos, en un 72% de las familias afectadas.

En base a este estudio, se presume que terminado el período de crecimiento vegetativo, las pérdidas de crecimiento de los árboles afectados será aún más marcado por efecto de la defoliación actualmente detectada. En todo caso, para establecer conclusiones definitivas se requieren de más años de observación.

Los datos obtenidos del ensayo no permiten establecer, en una temporada, si existe alguna susceptibilidad de las familias en estudio hacia un patógeno determinado. Es probable que continuas observaciones del comportamiento de las progenies respecto a algunos patógenos determinados entregue respuestas más definidas; es importante, por ejemplo, observar el futuro comportamiento con respecto a especies de **Mycosphaerella**, hongo al cual **Eucalyptus globulus** es especialmente susceptible (Lunquist y Purnell, 1987; Crous **et al.**, 1991).

Los antecedentes que se han obtenido, y la mayor incidencia que se está observando de ataques de **Mycosphaerella ssp** y **Sonderhenia spp** en plantaciones comerciales, permiten sugerir la necesidad de establecer ensayos de mejoramiento genético orientado exclusivamente a determinar el comportamiento de diferentes procedencias y familias frente a éstos agentes, considerados, hasta la fecha los más importantes. No parece recomendable en el cultivo forestal la utilización de control químico, solución que está siendo actualmente considerada por algunas empresas, dado que no puede establecerse con precisión el período de crecimiento en que debería protegerse las plantaciones y demandará mayores estudios determinar la oportunidad de las aplicaciones para hacerlas más efectivas.

INFOR

CONCLUSIONES

El número de familias afectadas por enfermedades foliares es bajo a medio y la incidencia de las enfermedades es baja en estas familias. La severidad de los ataques es media a alta y está influyendo negativamente en la altura y diámetro de los árboles afectados.

Las especies patógenas identificadas no presentan síntomas característicos que permitan identificarlas en forma segura.

Las especies **Mycosphaerella cryptica** (Cke) Hansf., **M. molleriana** (Thum) Lind. y **Fairmaniella leprosa** (Fairm) Petrak y Sydow se encuentran como únicos agentes en algunas familias o asociados al resto de los agentes determinados.

REFERENCIAS

Balocchi, C. y Delmastro, R., 1992. Principios de Genética Forestal. Universidad Austral de Chile. 180 p.

Crous, P.W., P.S. Knox-Davies and M.J. Wingfield, 1989. A List of **Eucalyptus** Leaf Fungi and their Potencial Impotance to South African Forestry. South African Forestry Journal, 149: 17- 29.

Crous, P.W., M.J. Wingfield and T.R. Nag. Raj, 1993. Harknessia Species occurring in South Africa. Mycologia, 85(1): 108-118.

Crous, P.W., M.J. Wingfield and R.F. Park, 1991. Mycosphaerella nubilosa, a synonym of **M. molleriana**. Mycologycal Research, 95: 628-632.

Gibson, I.A.S., 1975. Diseases of Forest Trees Widely Planted as Exotics in the Tropics and Southern Hemisphere. Part 1. Important Members of the Myrtaceae, Leguminosae, Verbenaceae and Meliaceae. Conmonwealth Mycological Institute, Kew Surrey, England. 51 p.

Kirkpatrick, J.B., 1975a. Natural Distribution of **Eucalyptus globulus Labill**, Aust. Geographer, Vol. 13: 22-35.

Kirkpatrick, J.B., 1975b. Geographic Variation in **E. globulus**, Bulletin, Nº 47, Forestry and Timber Bureau, Canberra.

INFOR

Lanier, L., 1986. Maladies de l'eucalyptus. EPPO Bulletin 16: 225-263.

Lundquist, J.E. and R.C. Purnell, 1987. Effects of Mycosphaerella Leaf Spot on Growth of **Eucalyptus nitens**. Plant Disease, 71(11): 1025-1029.

Mujica, F. y C. Vergara, 1945. Flora Fungosa Chilena. MINAGRI. Santiago Chile, revisada y actualizada por E. Oehrens, 1980. Universidad de Chile. Fac. de Agronomía, Ciencias Agrícolas Nº 5, Santiago de Chile, 308 p.

Park, R.F., 1988. Effect of Certain Host, Inoculum, and Environmental Factors on Infection of **Eucalyptus** species by two **Mycosphaerella** species. Transactions of British Mycological Society, 90(2): 221-228.

Park, R.F. and P.J. Keane, 1982. Three **Mycosphaerella** Species from Leaf Diseases of **Eucalyptus.** Trans. Brit. Mycol. Soc., 79(1): 95-100.

Park, R.F. and P.J. Keane, 1984. Further **Mycosphaerella** Species causing Leaf Disease of **Eucalyptus**. Trans. Brit. Mycol. Soc., 83 (1): 93-105.

Sutton, B.C., 1980. The Coelomycetes. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England. 696 p.

Swart, H.J., 1986. Australian Leaf - Inhabiting Fungi XXII. **Microthyrium** - like Fungi on **Eucalyptus**. Trans. Brit. Mycol. Soc., 87 (1):81-91.

Swart, H.J. and J. Walker, 1988. Australian Leaf - Inhabiting Fungi XXVIII. **Hendersonia** on **Eucalyptus**. Trans. Brit. Mycol. Soc., 90 (4):633-641.

INFOR

ESTUDIO Y SEGUIMIENTO DEL TALADRADOR DE LA MADERA Chilecomadia valdiviana (Lep.: Cossidae) EN PLANTACIONES DE Eucalyptus nitens y E. delegatensis EN EL PREDIO SANTA LUISA DE FORESTAL RIO VERGARA S.A.

Luis A. Cerda M. (*)
Peter D. Lewis (**)

RESUMEN

En los últimos años el cultivo del eucalipto ha tenido un importante y sostenido crecimiento, basado en parte en los reducidos o nulos problemas sanitarios que presenta en Chile que, en el caso entomológico, están centrados en ***Phoracantha semipunctata****, insecto taladrador de la madera en árboles debilitados, que fue introducido al país hace alrededor de 20 años.*

Sin embargo, esta situación está cambiando al detectarse con cierta frecuencia algunos insectos nativos alimentándose de esta especie forestal.

Cabe destacar la detección, hace un año aproximadamente, de ***Chilecomadia valdiviana****, insecto taladrador de la madera en árboles vivos, conocido comunmente como "gusano de tebo", alimentándose en* ***Eucalyptus nitens****, cerca de Collipulli, en la IX Región.*

Su detección motivó el inicio de algunas actividades y estudios, tendientes a: determinar el porcentaje de árboles con ataque y la dispersión del daño; evaluar biológica y físicamente el daño; conocer algunos aspectos biológicos del insecto; caracterizar el daño y su evolución; determinar la necesidad de control del daño. Los resultados obtenidos a la fecha, aunque parciales, muestran la importancia del daño que ocasiona el insecto, caracterizan y señalan los principales signos para detectarlo. También se obtiene parte de su ciclo estacional y las épocas de presencia de sus fases de desarrollo.

Finalmente, se entregan algunas recomendaciones respecto de acciones que se debieran continuar y desarrollar, a fin de conocer adecuadamente a este insecto y así poder implementar medidas de control y prevención de los daños que podría ocasionar.

(*) Ingeniero Forestal. Servicio Agrícola y Ganadero, Casilla 2960, Concepción.
(**) Biologo, M. Sc. Los Acacios 1502, Depto. B, Concepción.

INFOR

INTRODUCCION

El cultivo del eucalipto en Chile, si bién viene desarrollándose hace muchos años, recién en los últimos 5 años, ha mostrado un importante y sostenido crecimiento, respecto de la superficie plantada en cada temporada.

Un buen indicador de este nuevo impulso, en el cultivo del eucalipto, ha sido el interés mostrado por las Empresas Forestales al traer al país semillas mejoradas, y los ensayos que están realizando con la introducción de nuevas especies.

Una de las razones en que se basa su éxito como especie forestal de importancia económica en Chile, ha sido la casi ausencia de problemas de tipo fitosanitario, que limiten su desarrollo o dificulten su aprovechamiento.

Entre los problemas sanitarios entomológicos de importancia, que afectan al eucalipto en Chile, cabe destacar la acción del taladrador de la madera **Phoracantha semipunctata** (Coleoptera, erambycidae), insecto originario de Australia, el cual ataca y daña sólo a árboles debilitados, o que esten recién volteados, limitando su aprovechamiento industrial, siendo de esta manera, el mayor problema entomológico actual para el cultivo del eucalipto.

En el último tiempo esta situación ha ido cambiando, al detectarse cada vez con mayor frecuencia, la presencia de insectos nativos alimentándose de esta especie forestal, aunque con una muy escasa incidencia en cuanto a daño.

Destacable resulta la detección efectuada, hace poco más de un año, del taladrador de la madera **Chilecomadia valdiviana** (Lep.: Cossidae), insecto nativo, de hábito alimenticio polífago, conocido comunmente como "gusano de tebo", desarrollándose en árboles vivos de **Eucalyptus nitens**, en la zona de Collipulli, en la IX Región.

La detección determinó que la Empresa Forestal Río Vergara, iniciara algunas actividades y estudios, orientados a conocer y dimensionar esta nueva situación fitosanitaria.

INFOR

Los objetivos planteados para estas actividades fueron:

-Determinar el porcentaje de árboles con ataque y la dispersión del daño.

-Evaluación biológica y física del daño.

-Conocer algunos aspectos biológicos del insecto.

-Caracterizar el daño y su evolución.

-Determinar la necesidad de control del daño.

MATERIAL Y METODOS

Determinación del Porcentaje de Arboles con Ataque y la Dispersión Actual del Daño

El predio Santa Luisa, de propiedad de la empresa Forestal Río Vergara, posee una superficie de 135,5 hectáreas plantadas con dos especies de eucalipto, de varias edades, las que se detallan en el Cuadro Nº 1.

Cuadro Nº 1.

ESPECIE FORESTAL, RODAL Y SUPERFICIE PLANTADA.

Especie Forestal	Rodal	Superficie (ha)
E. delegatensis	Eu-85	24,8
E. delegatensis	Eu-86	3,5
E. delegatensis	Eu-86	12,3
E. delegatensis	Eu-86	14,4
E. delegatensis	Eu-86	3,2
E. delegatensis	Eu-87	6,7
E. delegatensis	Eu-87	5,0
E. delegatensis	Eu-87	8,1
E. delegatensis	Eu-87	2,4
E. delegatensis	Eu-87	2,2
E. delegatensis	Eu-88	3,3
E. nitens	Eu-84	5,0
E. nitens	Eu-86	14,1
E. nitens	Eu-86	14,8
E. nitens	Eu-86	15,7
TOTAL		135,5

INFOR

Muestreo

Cada uno de los rodales, de ambas especies, fue muestreado, en la semana del 05 al 11 de Diciembre de 1992, y luego en la semana del 17 al 23 de Marzo de 1993, en base a parcelas lineales, con una intensidad del 3%. (tres por mil).

Las parcelas fueron distribuídas en forma representativa, en toda la superficie de cada uno de los rodales, de acuerdo con la densidad de plantación promedio, estimada en 1.100 árboles/ha.

Individualización y Definición de los Focos Detectados

Cada foco, árbol con ataque detectado, fue individualizado y luego definido, en cuanto a superficie y distribución, sobre una base mínima de 5 parcelas, formadas por 9 árboles cada una, siendo el centro de la parcela Nº 1 el primer árbol con ataque que originó la detección del foco.

Evaluación Biológica y Física del Daño

A objeto de reunir los antecedentes básicos, necesarios para efectuar la evaluación biológica y física del daño, se procedió al volteo y trozado de 4 árboles de **E. nitens**, los que presentaban ataque de **Chilecomadia valdiviana** a diferentes alturas del fuste.

Aspectos Biológicos del Insecto y Caracterización del Daño y su Evolución.

Para ello se utilizaron las observaciones realizadas durante la prospección y, también, las obtenidas en las actividades de evaluación del daño.

En forma complementaria se efectuaron visitas periódicas a los rodales que presentaban ataque, a fin de observar la evolución del ataque y del daño, y así poder conocer y/o inferir el comportamiento de **Chilecomadia valdiviana** en **E. nitens**.

RESULTADOS

Determinación del Porcentaje de Arboles con Ataque y la Dispersión Actual del Daño

El muestreo, y la posterior definición de focos, entregó los siguientes

INFOR

resultados, en cuanto a ataque presente en plantaciones de **E. nitens**, producto de la acción del taladrador de la madera **Chilecomadia valdiviana** (Cuadros Nº 2 al 5).

Cuadro Nº 2.

RODAL EU-84 (ESPECIE: E. nitens; SUPERFICIE: 5,0 ha)

Nº árbol	DAP (cm)	ALTURA (m)	CONDICION SOCIAL	Nº signos	Altura de signos (m)
1	8,0	13	suprim.	7	0,0/0,05/0,3 0,95/1,0/1,1/1,2

Cuadro Nº 3.

RODAL EU-86 (ESPECIE: E. nitens; SUPERFICIE: 14,8 ha)

Nº árbol	DAP (cm)	ALTURA (m)	CONDICION SOCIAL	Nº signos	Altura de signos (m)
1	17,0	15	domin.	3	1,3/1,6/2,5
2	16,0	15	domin.	5	1,6/2,2/2,5/3,0/4,0
3	17,0	13	suprim.	1	5,0
4	18,0	15	codom.	4	1,7/2,0/2,5/2,6
5	22,0	17	codom.	5	2,0/3,0/3,5/3,6/4,0
6	22,0	17	codom	2	1,5/6,5
7	25,0	18	codom.	1	1,6
8	21,0	12	suprim.	1	3,5
9	21,0	16	codom.	11	0,6/0,8/0,8/1,1/1,3 1,4/2,0/2,0/2,1/2,1 2,4

Cuadro Nº 4.

RODAL EU-86 (ESPECIE: E. nitens; SUPERFICIE: 15.7 ha)

Nº árbol	DAP (cm)	ALTURA (m)	CONDICION SOCIAL	Nº signos	Altura de signos (m)
1	17,0	10	codom.	1	3,5

INFOR

Cuadro Nº 5.

RODAL EU-86 (ESPECIE: E. nitens; SUPERFICIE: 14,1 ha)

Nº árbol	DAP (cm)	ALTURA (m)	CONDICION SOCIAL	Nº signos	Altura de signos (m)
1	21,0	15	codom.	1	0,7
2	17,0	12	codom.	2	1,4/1,5
3	18,0	15	codom.	3	0.3/0.3/1.5
4	22,0	15	codom.	2	0,3/1,4
5	21,0	12	suprim.	1	2,5
6	18,0	14	domin.	1	10,0
7	24,0	15	domin.	1	0,3
8	25,0	12	codom.	3	1,8/2,0/2,4
9	27,0	13	codom.	3	1,6/1,8/2,0
10	21,0	12	domin.	1	2,0
11	12,0	8	suprim.	12	0,2/0,2/0,4/0,5/0,6 1,1/1,4/1,7/1,9/2,0 2,2/2,4
12	21,0	15	codom.	1	1,0
13	21,0	12	suprim.	2	0,1/0,2

Evaluación Biológica y Física del Daño

La caracterización, de cada uno de los 4 árboles volteados y trozados, se entrega en el Cuadro Nº 6.

INFOR

Cuadro Nº 6.

ANALISIS DE LOS 4 ARBOLES VOLTEADOS Y TROZADOS DE E. nitens.

Nº árbol	DAP (cm)	ALTURA (m)	Signos Nº	Altura Signos (m)	Sellos pupales Nº
1	13,0	13,0	6	0,2/0,5/0,6 1,2/2,7/3,8	2-2-1 8-2-2
2	18,0	11,5	1	3,5	5
3	18,0	19,0	1	1,5	2
4	19,0	20,0	1	0,4	3

El análisis efectuado, en cada uno de los árboles volteados, respecto de las dimensiones de las galerías ocasionadas por la fase larval del insecto, así como de las posteriores manchas, provocadas por hongos en la madera, se resumen en el Cuadro Nº 7.

Cuadro Nº 7.

MEDIDAS DE LA CAMARA PUPAL Y LA GALERIA PUPAL EN LOS ARBOLES VOLTEADOS (PROMEDIO Y RANGOS).

Camara pupal (cm)		Galería larval (cm)		Largo Total Galería (cm)
Largo	Ancho	Largo	Ancho	
4,0 - 5,0(*) 2,0 - 2,5(**)	2,0 1,5	12,0 - 19,0	1,5 - 2,0	14,0 - 24,0

(*) Hembra. (**) Macho.

La revisión de los árboles volteados, mostró que las galerías no son de mucha longitud, pero que si dañan seriamente la parte afectada, limitándola respecto de su posterior uso industrial y comercial.

INFOR

También resulta destacable, que la presencia de estas galerías en el fuste, resienten la parte afectada, y la predisponen a quebraduras con mucha facilidad por la acción del viento, o por golpes de los árboles vecinos.

Esta consecuencia del daño, se explica a través del comportamiento alimenticio gregario inicial, que presenta el insecto, el cual se traduce en una concentración de las galerías en la parte afectada del árbol, lo que a su vez implica una magnificación del daño.

En cuanto a la mancha, observada en las galerías larvales, se puede señalar que esta se presenta a partir de la parte central del duramen, avanzando en ambos sentidos, respecto del eje longitudinal del árbol, así como también hacia el exterior.

En galerías de aproximadamente 1 año, se observa solamente la mancha, en cambio en galerías de mayor tiempo, se puede apreciar, además, una pudrición central incipiente.

Resulta destacable lo observado en el árbol Nº 2 (Cuadro Nº 6), en que el signo de daño se encontró a una altura de 3,5 m, y la mancha ocasionada por hongos, abarcaba la parte central del fuste, desde el cuello hasta los 4,7 m de altura.

Evaluación Biológica

La incidencia del ataque, medido como la cantidad actual de árboles que presentan daño, no es muy alta, pero se aprecia una clara tendencia a ir aumentando.

Si bién la cantidad de individuos afectados no presentó variaciones de importancia, entre el primer y el segundo muestreo, si varió la cantidad de ataque observado, debido principalmente a la reinfestación de los hospederos como también a la mayor notoriedad de los signos.

Llama la atención el hecho de que el ataque y daño de **Chilecomadia valdiviana** ha sido detectado sólo en los 4 rodales de **E. nitens**, y que no haya sido encontrado en los rodales de **E. delegatensis**, teniendo en consideración que ambas especies están desarrollándose bajo las mismas condiciones.

La intensidad del daño, que mide el efecto del daño sobre el árbol. Permite señalar que el ataque, como acción directa del insecto, no mata al árbol hospedero, pero si lo limita seriamente en cuanto a su uso industrial (madera para aserrío, chapa, etc.), por efecto de las galerías que construye en la madera.

INFOR

Como acción indirecta, pero tanto o más importante aún, predispone al árbol atacado a la acción de hongo de pudrición principalmente, los que penetran con gran facilidad por los orificios de emergencia y/o por los de evacuación del aserrín, observándose en la parte central (médula) del duramen, la presencia de manchas ocasionadas por estos e incluso pudrición central incipiente.

Evaluación Física

La evaluación de daños efectuada sobre la base de 4 árboles, entregó valiosos antecedentes respecto de la importancia del daño ocasionado en individuos de **E. nitens**, por la fase larval de **Chilecomadia valdiviana**.

Si bién la cantidad de árboles afectados actualmente hace que la situación no revista caracteres de plaga, la potencialidad que conlleva este tipo de daño lo convierte en un problema de la mayor gravedad para el recurso **Eucalyptus**.

Esta apreciación surge al tener en consideración los siguientes puntos:

- Es un problema recientemente detectado, el número de árboles atacados muestra una clara tendencia a aumentar,

- Es un insecto nativo adaptándose a **Eucalyptus**,

- Posee un ciclo de vida superior a 1 año y,

- Por el tipo de daño que ocasiona, limitaría fuertemente el mejor aprovechamiento económico de este recurso forestal.

Por último, la incidencia o importancia económica negativa, que este daño causara sobre la producción o rentabilidad final del recurso, va a depender directamente de cual sea el objetivo inicial de producción que se fije, y cual será el que se obtenga finalmente.

Aspectos Biológicos del Insecto

Durante la prospección, para la detección de focos en los rodales de **E. nitens**, se obtuvieron algunos antecedentes biológicos básicos, tales como:

- En todos los focos detectados se observó la presencia de fases inmaduras de desarrollo del insecto.

INFOR

- Las fases observadas correspondían a larvas pequeñas, originadas de ataque Primavera 1992/Verano 1993, y también a larvas maduras, prepupas y pupas, cuyo origen corresponde a ataque del año anterior.

- La presencia de prepupas y pupas del insecto, en el mes de Marzo, sugirió la posible ocurrencia de una segunda época de emergencia y vuelo, la que podría materializarse dentro de los meses otoñales siguientes.

- Debido a esta situación observada, se decidió la reinstalación de trampas para captura de adultos, a objeto de verificar esta presunción.

- Recién, durante la última semana del mes de Octubre recién pasado, se obtuvo, en las trampas de captura de adultos, una hembra y un macho, situación que está señalando el inicio de la época de emergencia y vuelo de **Chilecomadia valdiviana**.

- Estos registros obtenidos permiten ratificar algunos antecedentes bibliográficos y comunicaciones personales, que señalan que este insecto pasa el invierno en estado de pupa, y que su ciclo de vida tendría una duración total de 2 a 3 años.

- La presencia de fases inmaduras del insecto, cohabitando en un mismo árbol y sección dañada, y cuyo origen corresponde a diferentes años de ataque, también permiten corroborar que la duración del ciclo de vida es superior a 1 año y, a la vez, demuestran la tendencia de las hembras a reinfestar, primeramente, el mismo individuo del cual emergieron y luego a aumentar su dispersión oviponiendo en nuevos hospederos.

Sobre la base de los antecedentes conocidos, se puede estimar parcialmente un esquema del ciclo de vida, y de las épocas de presencia de algunas fases de desarrollo del insecto, como se visualiza en el siguiente diagrama anual (Figura Nº 1):

INFOR

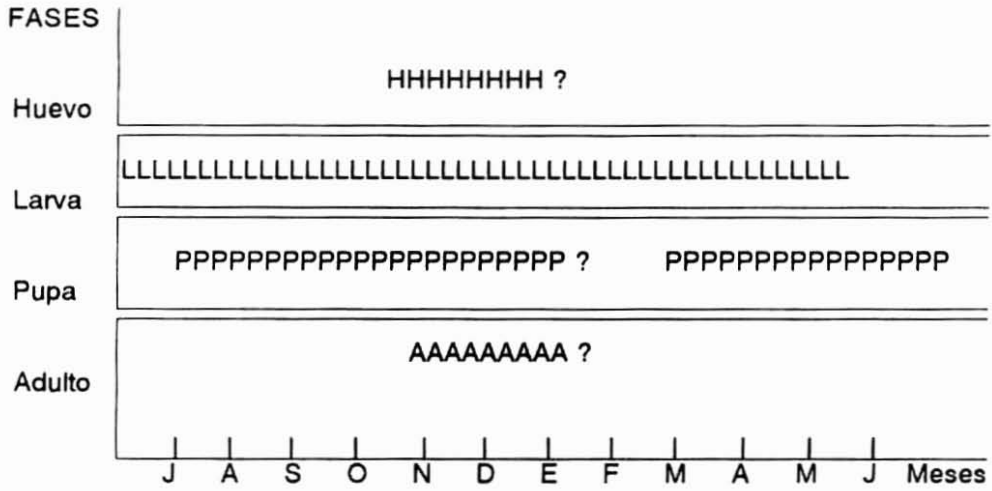


Figura Nº 1. **DISTRIBUCIÓN ANUAL DE LAS DIFERENTES ETAPAS DE DESARROLLO DEL INSECTO Chilecomadia valdiviana.**

El Daño y su Evolución

Los antecedentes obtenidos a la fecha, permiten caracterizar, en forma preliminar, el daño y su evolución, observándose el siguiente comportamiento biológico del insecto:

- La postura: las hembras realizan la postura de los huevos, en grupos o masas de más de 10 huevos, principalmente en grietas de la corteza, base de ramas, puntos de inserción de ramas muertas, puntos de desganche de ramas o similares, etc.

- La acción larval: esta se desarrolla primero en la zona cambial, por un período breve (alrededor de 6 meses), donde se alimentan en forma gregaria, para luego penetrar en la madera o xilema, donde construyen su galería de alimentación individual.

La galería mencionada, es de tipo ascendente respecto del lugar de postura de los huevos, y llega a medir un largo total aproximado, de 25 a 30 cm, que lo alcanza al final del período de desarrollo larval.

Las galerías son limpias, es decir, sin contenido de aserrín, ya que las larvas lo evacúan desde estas, a medida que se van desarrollando y van necesitando más espacio para sus funciones vitales de alimentación.

INFOR

La evacuación del aserrín la efectúan, principalmente, por orificios cercanos al lugar de oviposición e ingreso de las larvas, u otros que son construídos especialmente para esta finalidad.

- La pupación: al alcanzar la maduréz larval, el insecto construye una camara pupal, que mide, en promedio, 2,5 x 2,0 y 4,5 x 2,0 cm, para el macho y la hembra, respectivamente.

La camara pupal la contruyen en forma paralela al eje longitudinal del árbol, ubicándola al final de la galería larval, en, o casi en, la médula del fuste.

Previo a la pupación, la larva agranda el tramo inicial de la galería, es decir, el lugar por el cual ingresó a la madera, para usarlo luego como orificio de emergencia de la fase adulta.

De inmediato, el orificio de emergencia es taponado con seda, producida por la misma larva, como una forma de evitar el ingreso de posibles agentes predatores. Con seda del mismo tipo recubren luego toda la camara pupal.

- La emergencia: una vez madura, la pupa rompe el sello de la camara pupal y se desplaza a través de la galería, hasta alcanzar el orificio de emergencia. Luego rompe el tapón de seda que obstruye la salida y así se produce la emergencia de la fase adulta del insecto, quedando la exuvia pupal asomada en el orificio de salida de la galería.

- La sintomatología: los árboles atacados por **Chilecomadia valdiviana**, no presentan sintomatología externa que permita o facilite su detección visual a distancia, al menos durante el primer año, ya que no se manifiesta ningún tipo de decoloración, o secamiento del follaje, u otro síntoma visible, que evidencie el ataque de que están siendo objeto los árboles.

Sin embargo, mediante un examén visual más cercano, se puede detectar con cierta facilidad, por algunos signos que caracterizan, en forma directa o indirecta, el ataque y/o la presencia del insecto, tales como:

- Presencia de aserrín de evacuación, en la base de los árboles o de las ramas.

- Exudaciones de savia (goma), desde las partes atacadas.

- Presencia de las exuvias pupales, asomadas en el orificio de emergencia del insecto adulto.

- Fuerte aroma u olor, que es característico de estos insectos, el cual se

INFOR

impregna en el árbol atacado.

- Presencia de **Vespula germanica**, conocida como avispa chaqueta amarilla, la cual consume las exudaciones de savia en la zona exterior de las galerías de los insectos.

Necesidad de Control del Daño

Los antecedentes recopilados, respecto del tipo de daño que ocasiona **Chilecomadia valdiviana**, y sus consecuencias, o incidencia, en el aprovechamiento final del recurso, hacen que sea aconsejable iniciar el desarrollo de medidas tendientes a lograr el control de este agente dañino.

El desarrollo de estas medidas debiera realizarse en forma paralela a los estudios que se están ejecutando, acerca de aspectos biológicos del insecto, y caracterización del daño y su evolución, ya que este conocimiento resulta básico para lograr una mejor aplicabilidad, y eficacia, de las medidas de control que se quiera implementar a futuro.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Efectuada la prospección, para la detección de focos de ataque y dispersión de **Chilecomadia valdiviana**, se pudo determinar, y corroborar, la existencia de varios de estos focos, los cuales se encontraron asociados, solamente a la especie **E. nitens**.

Los antecedentes obtenidos a la fecha, no son suficientes como para explicar el por que sólo una de las 2 especies de **Eucalyptus** presentes en el predio, está siendo atacada por **Chilecomadia valdiviana**.

Por esta razón, se debiera recabar mayores antecedentes, acerca del ataque y daño del insecto, para así poder determinar si esta actual situación se debe a una condición de resistencia al ataque o si sólo se trata de una preferencia temporal de hospedero.

En los 4 rodales existentes, de la especie **E. nitens**, se detectó y ratificó, en cantidades variables, árboles que presentaban signos evidentes de ataque y daño por **Chilecomadia valdiviana**.

Los signos de ataque, y de daño, fueron observados en un rango que va desde el nivel del suelo hasta los 6,5 m de altura, en relación al fuste de los árboles atacados.

INFOR

El ataque de **Chilecomadia valdiviana** fue observado en todo tipo de árboles de la plantación, es decir, en ejemplares dominantes, codominantes, y suprimidos, sin que fuese posible apreciar restricciones respecto de esta condición, u otra, tal como altura o diámetro de los árboles, que estuviese condicionando o limitando el ataque del insecto.

Cabe hacer notar la plena coincidencia observada, entre la primera y la segunda prospección, en cuanto a la cantidad de focos detectados, y a la ubicación de los mismos.

A raíz de esta coincidencia se podría pensar que no hubo, o que hubo muy poca, dispersión del ataque, pero esta situación también se puede explicar por la reinfestación de que son objeto los árboles atacados y, además, por la dificultad existente para detectar ataques incipientes, debido a la poca notoriedad de los signos que evidencian el ataque y daño, en esos momentos.

El volteo y trozado de 4 árboles, para efectuar la evaluación de daños, permitió caracterizar 2 tipos de daño, generados a partir de la acción larval de **Chilecomadia valdiviana**, y que son los siguientes:

Daño Directo: originado por la acción de las larvas, y que se traduce en galerías que efectúan en la madera, las cuales limitan seriamente, el posterior uso industrial y comercial de la madera afectada, además de predisponer, a los árboles con ataque, a ser afectados por otro tipo de agentes dañinos, como también a que se quiebren, en las partes afectadas, por acción del viento o similares.

Daño Indirecto: originado en la acción de hongos secundarios, los que ingresan a través de los orificios de emergencia de los adultos de **Chilecomadia valdiviana**, o de evacuación del aserrín de las galerías larvales, y que ocasionan manchas en la madera, y una posterior pudrición central en los árboles afectados, acción que limitará aún más el posterior aprovechamiento de los árboles afectados.

Respecto de los antecedentes biológicos, recogidos durante la prospección, cabe destacar la presencia de pupas del insecto, en el mes de Marzo, las que sugerían la probable ocurrencia de una segunda temporada de emergencia y vuelo de **Chilecomadia valdiviana**, la que podría ocurrir, durante los meses de otoño y que finalmente fue descartada, al verificarse la emergencia de insectos adultos sólo a fines del mes de Octubre.

Esta observación viene a ratificar antecedentes bibliográficos obtenidos, que

INFOR

señalan que el insecto pasa el invierno en estado de pupa y que, por ende, el ciclo de vida dura de 2 a 3 años, y que tiene una sola época de emergencia y vuelo de adultos.

Otro antecedente destacable del insecto, es el comportamiento gregario de la fase larval, el cual se traduce en una magnificación del daño, debido a la concentración de numerosas galerías en la zona atacada, ya que las larvas penetran en la madera, y luego emergen como adultos, a partir del mismo lugar o sección del árbol, en la cual se efectuó la postura de los huevos.

La caracterización del daño y su evolución, entrega valiosos antecedentes respecto de los signos de ataque del insecto, los que podrán ser utilizados para facilitar la detección visual del daño, ya que sirven como indicadores del ataque y/ o presencia del insecto en los árboles.

Entre estos signos de ataque, se puede destacar aquel relativo a la presencia de aserrín, en la base de los árboles o de las ramas, por ser de una más fácil detección y además, por ser factible de visualizar casi en cualquier época del año.

RECOMENDACIONES

- Continuar con los estudios de aspectos biológicos, y la caracterización del daño y su evolución, del taladrador de la madera **Chilecomadia valdiviana**.

- Capacitar al personal de terreno en la detección de ataque y daño por **Chilecomadia valdiviana**.

- Realizar una prospección específica de **Chilecomadia valdiviana** en plantaciones de **Eucalyptus** spp., con énfasis en **E. nitens**.

- Iniciar el desarrollo y aplicación de medidas de control y/o prevención de daños por **Chilecomadia valdiviana** en plantaciones de **Eucalyptus nitens**.

INFOR

TEMA IV

FORESTACION EN SITIOS CON LIMITACIONES ESPECIALES

INFOR

FROST TOLERANCE IN Eucalyptus gunnii
APPLICATION IN THE AFOCEL IMPROVEMENT STRATEGY

Bertrand Cauvin (*)

ABSTRACT

AFOCEL` s Eucalyptus improvement program is discussed, with special emphasis on species and provenance selection for frost resistance.

The physiological mechanisms that condition frost tolerance and the factors affecting frost damage as well as methods to evaluate this damage are thoroughly described.

Finally, the sequence followed in the improvement program is described, giving the methodology used for species, provenance and progenie selection and also describing the tests wich are used to select for frost tolerance.

(*) Association Foret Cellulose AFOCEL, Region Sud
98, route de Tournefeuille - 31270 Cugnaux, France.
Tel. : 61.92.44.75. - Fax : 61.92.40.88.

INFOR

INTRODUCTION

The Context in France

In 1972, AFOCEL launched a **Eucalyptus** program with firm backing from the French woodpulp producers, particularly Cellulose d'Aquitaine which gets its supplies from the South of France.

Compared with indigenous species, the **Eucalyptus** is good at colonizing mediocre soils (except for lime soils), while producing significant amounts of wood for pulping (15 to 23 m^3 ha/year) through cultivation in coppices with a short rotation period (3 rotations of 10 years).

It remains, however, an "exotic" species in Northern Europe and industrial-scale propagation requires a certain number of measures against frost, even in the more temperate areas of France.

In 1983, the program led to the development of large-scale plantations using seedlings of **E. dalrympleana** with a high tolerance to cold conditions (Arthur's Lake - Tasmania), rapidly replaced with clones of the **E. gunnii x E. dalrympleana** hybrid (1985 - 1987).

In January 1985, the exceptional cold (-1° C to -20° C in sheltered conditions), followed by other similar cold periods, led the partners involved (landowners, Forestry Services and woodpulp industry) to bring such industrial plantation momentarily to a halt.

The year 1985 marks the date when AFOCEL really launched a research program into resistance to cold conditions, which is the main factor limiting the species' introduction in France. The level of resistance to cold sought is currently high, even in the South of France, and in the areas supplying the woodpulp industry, the minimum threshold is -18°C (temperature in winter).

AFOCEL's continued work with **Eucalyptus gunnii** and other related species (**E. dalrympleana, E. parvifolia, E. archeri** and **E. glaucescens**) may provide a model for the improvement of many other species. This is the main reason

INFOR

to publish the details so that they can contribute to the study of resistance to cold conditions.

The Context in Europe and Internationally

An increasing number of European countries are including projects involving resistance to cold conditions in their research programmes, for large areas are threatened by frost and these are generally heavily affected by the exodus of workers from rural areas. Furthermore, the poor quality of the soil in these areas means that, in the short term, they will no longer be cultivated. The main countries requiring precautions against the cold are Portugal, Spain, Italy, Greece and the whole Balkan Peninsula. Although the cold conditions encountered in these countries are not as severe as those in the South of France, they have the same concerns since they use species such as **E. globulus** (with the subspecies **E. globulus ssp. globulus, E. globulus ssp. bicostata** and **E. globulus ssp. maidenii**) which are more sensitive, but which have a reputation for the quality of the woodpulp they produce.

In international terms, despite the emergence of considerable resources in privileged areas, interest in the resistance of **Eucalyptus** to cold conditions has been growing over the last few years in South Africa, Australia (particularly Tasmania), New Zealand, Argentina and Chile. This renewed interest, coupled with the shared preoccupations which seem to be surfacing in numerous parts of the world, should provide an excellent climate for international cooperation, scientific interchange and technology transfers over the next decade.

The Major Research Orientations and the Constraints

Although the mechanisms controlling resistance to cold are not yet completely understood and are highly complex, since they are of polygenic origin but involve considerable interaction with varied physiological states (growth and hardening), the last few years have seen the development of a number of original, innovative research orientations. Such initiatives can be useful in improving the understanding of the mechanisms behind cold tolerance, as well as in perfecting tests for the selection of genotypes which are particularly promising in terms of this feature. These different initiatives involve research into:

- The integrity of the membranes (tests on protoplasts, electrolytic conductivity, membrane fluidity, electrical impedance).

- The identification of precursors for cold resistance (G factor) and biochemical markers (amino acids, proline).

INFOR

- The intracellular modifications which may reorganize the cell walls (water content, sugars, osmotic potential).

- The photosynthesis system of the chloroplast.

Another area of difficulty concerns the characterization of cold conditions. In France, the diversity of the climate leads to different sorts of cold conditions which must be taken into account. Cold conditions can be characterized using at least three main factors:

- The absolute minimum, which usually occurs in winter. The lethal level for the best species of Eucalyptus is about -18° C (**E. gunnii, E. pauciflora, E. niphophila**). In January 1985, in the South of France, the minimum temperature reached -24° C in some areas to the north of Toulouse.

- A good indicator is the duration of the negative temperatures, including the number of days when the thermometer did not rise above zero. This type of cold can lead to considerable mortality rates simply by dehydrating the trees.

- The temperature differences frequently caused by cold, sunny weather in the Autumn may lead to extensive damage, since the trees have not yet hardened (growth has temporarily halted). Such was the case in France on November 20th 1988, when the temperature fell from a high of 20° C to -11.8° C in 48 hours.

When equivalent types of cold and temperatures are involved, the correlations between different sites are satisfactory (Figure Nº 1-a, c, d), but if the types of cold are different, the clones and families are impossible to classify and the correlations between sites become unsatisfactory (Figure Nº 1b). In the illustration (b), it is possible to see that the temperature of -12°C at Salette (southern area with a Mediterranean climate) caused much greater damage than the -18°C in Pinols (mountainous area in the Center of France with a continental climate).

INFOR

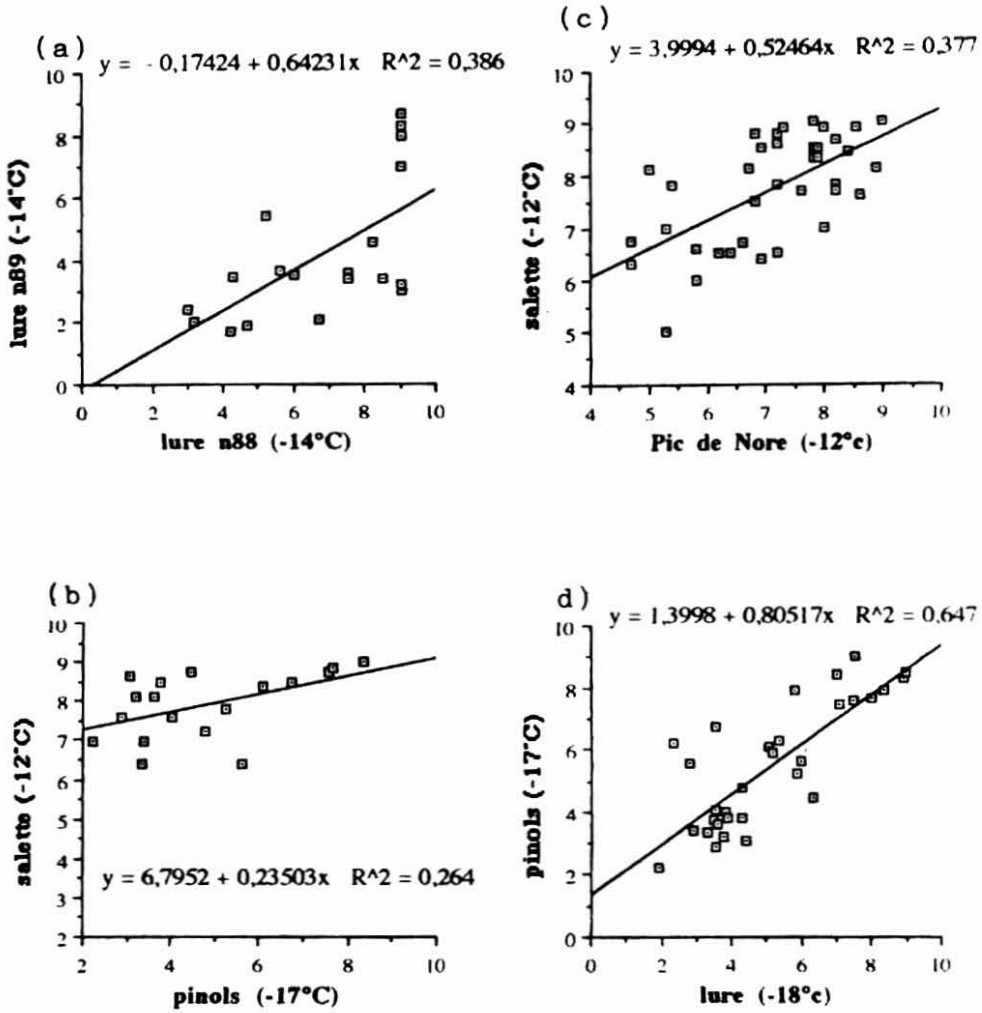


Figure Nº 1 **FROM CLONAL TESTS OF TRANSECT, RELATIONSHIP BETWEEN FROST DAMAGES AT LURE (1988 and 1989) WITH THE SAME -14°C TEMPERATURE (a), AT SALETTE AND PINOLS (b), SALETTE AND PIC DE NORE (c), PINOLS AND LURE (d). THE SITE COMPARED HAVE BEEN PLANTED WITH THE SAME CLONES AND FAMILIES. THE TEMPERATURE CAME FROM THE WINTER 1992/93.**

INFOR

WORK ON COLD RESISTANCE IN THE SOUTH OF FRANCE

This can be divided into three major categories:

- The basic genetic material used for genetic improvement and the tests involving phenotypic and genetic selection.

- The actual tests used to select the best sources, strains or individuals.

- The methods linked to biotechnologies.

The successive cold periods in France in 1985, 1986, 1987 and 1988 caused such damage to the industrial plantations and genetic trials that the first problem was quickly finding a system to evaluate the damage caused by the cold. A scale for evaluating this damage was worked out as follows:

Three parts of the plant are taken into account when estimating the damage:

a - The trunk
1. Undamaged
2. Completely destroyed

b. The foliage
1. Undamaged
2. 1/3 Destroyed
3. 2/3 Destroyed
4. 3/3 Destroyed

c - The apex
1 Undamaged
2 Burnt

There are only nine possible combinations of these factors and levels: 111-112-121-122-131-132-141-142-242.

To simplify statistical analysis; this system was transformed into a scale from 1 (undamaged) to 9 (destroyed) with a hierarchy and a normal distribution which have already been tested. This evaluation scale will be used throughout this document.

INFOR



Frost damages scale		Observed damages	Seedling evolution
3 numbers	1 number		
111	1	alive stem undamaged foliage alive apex	normal
112	2	alive stem undamaged foliage burnt apex	normal
121	3	alive stem 1/3 destroyed foliage alive apex	normal
122	4	alive stem 1/3 destroyed foliage burnt apex	normal
131	5	alive stem 2/3 destroyed foliage alive apex	normal
132	6	alive stem 2/3 destroyed foliage burnt apex	normal
141	7	alive stem 3/3 destroyed foliage alive apex	normal (epicormic shoot on branches)
142	8	alive stem 3/3 destroyed foliage burnt apex	normal (epicormic shoot on branches)
242	9	destroyed stem 3/3 destroyed foliage burnt apex	(shoot coppice)

Figure Nº 2 **DAMAGES SCALE FROM LEAVES, STEMS AND APEX**

INFOR

The Basic Genetic Material

Elimination of Species

In 1972, AFOCEL began a breeding improvement programm by running species selection trials, including in its program **E. gunnii, E. dalrympleana, E. viminalis, E. urnigera, E. rodwayi** and other species related to **E. gunnii**, such as **E. archeri** and **E. subcrenulata**, which belong to the **Symphyomyrtus** group. As the critical threshold for cold resistance in France is very high (-18°C in the Toulouse region), the genetic base consists mainly of **E. gunnii/archeri** and a few **E. dalrympleana** and **E. glaucescens**, which will be used to produce inter and intra-specific hybrids with **E. gunnii**.

Table Nº 1

MEAN FROST DAMAGE RECORDED IN 1987 (age 1 year) OF FIVE TASMANIAN SUB-ALPINE SPECIES IN THE BASE POPULATION TRIAL AT LAMASQUERE (1 undamaged to 9 dead ; see Cauvin 1988).

Species	Mean	Number of Families
E. rodwayi	9,0	8
E. urnigera	8,9	24
E. subcrenulata	8,6	12
E. archeri	8,2	41
E. gunnii	7,7	135

(1) Lines indicate means which are not significantly different at the 5 % probability level on the basis of Tukey's Studentised Range Test.

Choice of Provenances

There is a very clear answer as far as provenances are concerned (Table Nº 2). The best genes for cold resistance in the original habitat are generally found in Southern Australia and in high-altitude locations. On the highest terrace of Tasmania's Central Plateau (1000 to 1100 m above sea-level) the populations of **Eucalyptus gunnii** demonstrate a very promising tolerance to cold (Great Lake region, Tasmania). The best sites on the Central Plateau are usually characterized topographically by small depressions called "frost hollow". In these

INFOR

depressions, the cold accumulates and the resulting stratification of the layers of cold air leads to a distribution of the different species according to the conditions. **E. gunnii** grows right up to the edge of the depression.

Table Nº 2

MEAN FROST DAMAGE RECORDED IN 1987 (age 1 year) OF 19 PROVENANCES OF Eucalyptus gunnii/archeri IN THE BASE POPULATION TRIAL AT LAMASQUÈRE (1 undamaged to 9 dead ; see Cauvin 1988).

Provenances	Species	Nº	Mean (1)
Hunterston	**E. gunnii**	24	8,73
Mt. Victoria	**E. gunnii**	18	8,66
Mt. Barrow	**E. archeri**	20	8,57
Snow Hill	**E. gunnii**	23	8,54
Mt. Maurice	**E. archeri**	25	8,54
Projection Bluff	**E. archeri**	24	8,49
Snug Plains	**E. gunnii**	29	8,38
Macclesfield	**E. gunnii**	10	8,38
Pine Tier	**E. gunnii**	33	8,16
Jacks Marsh	**E. gunnii**	23	7,96
Lake webster	**E. gunnii**	22	7,87
Ben Lomond	**E. archeri**	25	7,65
Mt. Rufus	**E. gunnii**	24	7,58
Jimmy's Marsh	**E. gunnii**	20	7,21
Poatina Highway	**E. gunnii**	23	6,99
Poatina Inlet	**E. gunnii**	23	6,77
Liawenee	**E. gunnii**	13	6,23
Breona	**E. gunnii**	19	6,05
Shannon Lagoon	**E. gunnii**	33	5,79

Great Lake

(1) Lines indicated means which are not significantly different at the 5 % probability level on the basis of Tukey's Studentised Range test. Provenance details are given by Marien (1985).

INFOR

Choice of Progenies

A total of 170 progenies were collected in four sample-gathering trips in Tasmania (Marien, 1979, Cauvin and Potts 1991). These progenies, which came from about fifty different sites, were planted in France on 200 hectares with assistance from the Forestry Department of the French Ministry of Agriculture. This basic genetic population, chosen principally for cold resistance, has no equivalent in Europe and has enabled us to evaluate the very considerable variability of this characteristic at the level of the different progenies and, more importantly, at the individual level (Figure Nº 3).

Because there is very wide variability between individual plants, we chose to produce multiple clones of selected individuals, rather than propagating improved progenies. Phenotypic selection on cold resistance has meant that we now have a population of more than 434 clones undergoing experimentation and confirmation.

Sexual Reproduction Way Used in AFOCEL's Improvement Strategy

Although propagation by cuttings is the fastest way of producing a very large number of clones with selected characteristics at the highest level, AFOCEL has used sexual reproduction for the following domains:

- Constitution of an improvement population on the basis of vigour and cold resistance by artificially crossing selected clones from the most resistant and vigorous progenies.

A study of the inheritance of cold resistance shows (Figure Nº 4) that it is strongly inheritable at all levels of the hierarchy and that this characteristic benefits more from an additive process than from dominance (Tibbits **et al.**, 1991).

INFOR

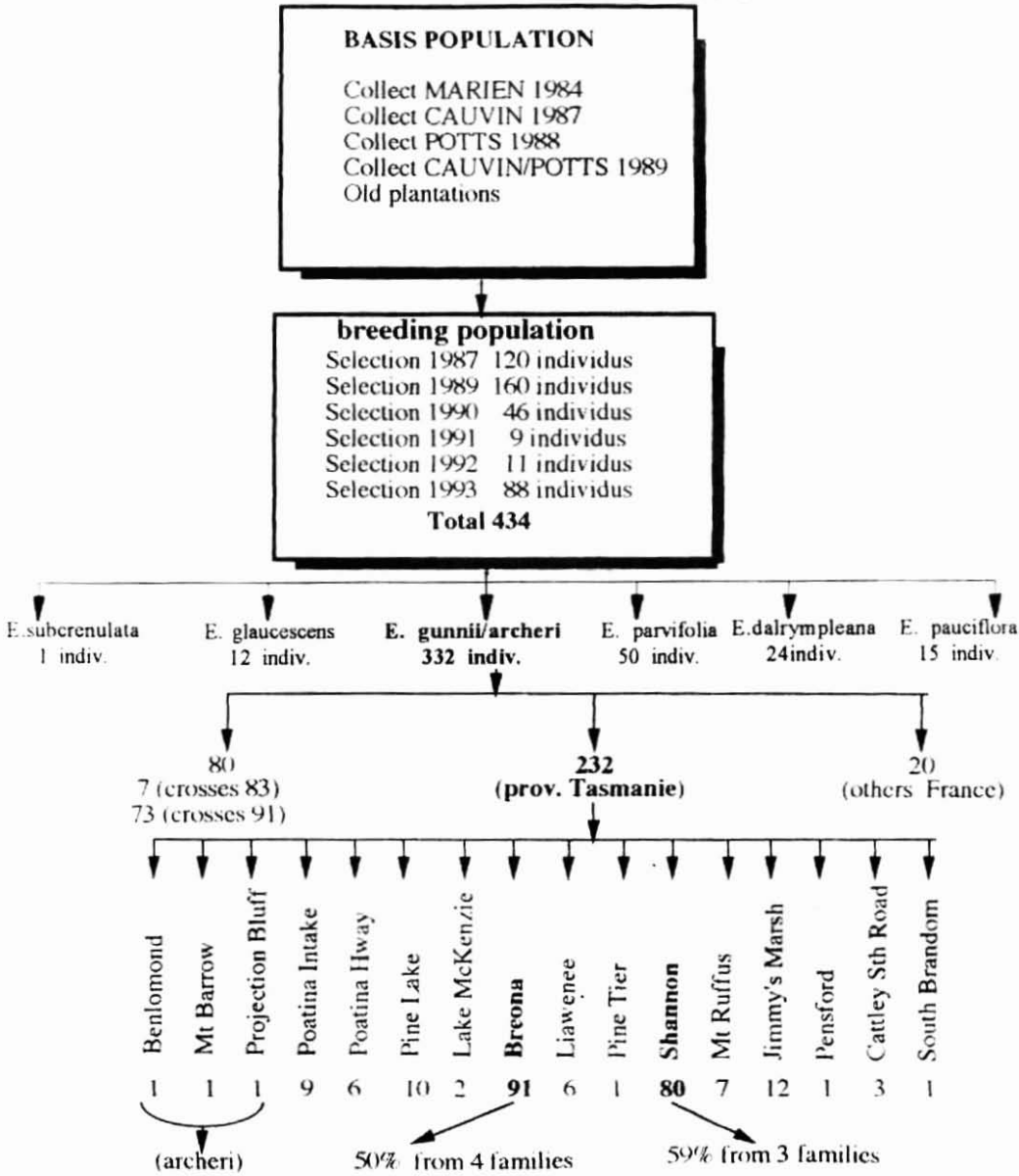


Figure Nº 3 **NEW GENETIC BASIS OF AFOCEL INCLUDING :**
- A BASIS POPULATION SAMPLING A LARGE RANGE OF PROVENANCES AND FAMILIES COMING FROM SEVERAL COLLECT OF NATURAL STAND,
- A FROST TOLERANCE BREEDING POPULATION, THE ORTETS OF WHICH COME FROM A PHENOTYPIC SELECTION (434 INDIVIDUS) DISPATCHED TO SPECIES, PROVENANCES AND FAMILIES.

INFOR

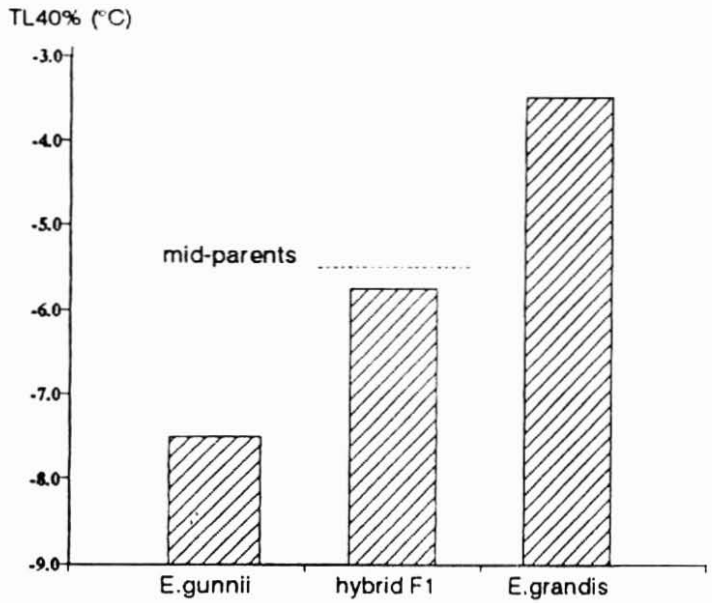


Figure Nº 4 **LETHAL TEMPERATURE (40 %) OF THE PROGENIES HYBRID (ARTIFICIAL F1) VERSUS THE BOTH PARENTS E. gunnii (mother) AND E. grandis (father). THE VALUES WERE COMING FROM RELATIVE CONDUCTIVITY OF LEAVES DISCS. THE DISCONTINUE LINE SHOWS THE VALUE OF THE PERFECT ADDITIVITY WHICH IS THE MID SUM VALUE OF THE PARENTS.**

- Improvement of the vigour of **E. gunnii** by producing artificial intraspecific crosses using parent plants with the same levels of resistance, but from different locations to take advantage of heterosis. Hybrid vigour can be achieved by producing intraspecific crosses of **E. gunnii**. The best populations of this species, situated on the Central Plateau of Tasmania, have very small areas and are sometimes reduced to a single tree. Any seeds collected from these small populations are therefore frequently the result of self-pollination. This self-pollination leads to strong genetic depression of the growth characteristics (Figure Nº 5), but it can be avoided by choosing parent plants which are far apart in genetic terms (choice of different progenies).

INFOR

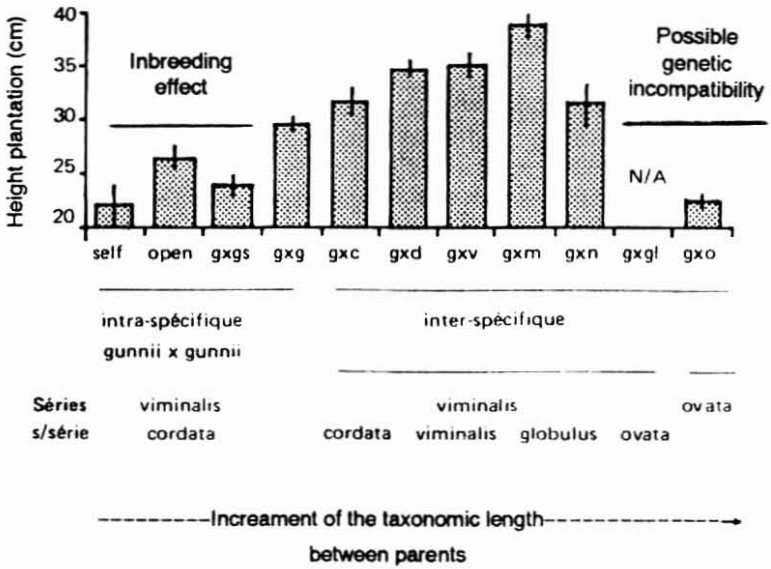


Figure Nº 5 **MEAN HEIGHT (± s.e.) AFTER ONE YEAR AT LAMASQUERE**

- Creation of interspecific hybrids better-suited to the climatic conditions, so that seedlings with the best possible compromise between cold resistance and production volume / hectare can be proposed for reforestation purposes. The interspecific hybrids of **E. gunnii x E. dalrympleana** or **E. gunnii x E. glaucescens** will be planted in south-western France (the Landes region with an isotherm of - 14°C in January 1985), while hybrids of **E. gunnii x E. globulus**, **E. gunnii x E. dalrympleana** and perhaps F1 **E. gunnii x E. macarthurri** will be planted in south-eastern France.

The Actual Tests Used for Selection

The initial selection criteria chosen were:

- Tolerance of cold.
- Production (15 to 25 m^3/ha/year with 10-year rotation).
- The shape and stability of the seedlings in the plantation. The term "stability"

INFOR

is used here to describe the inclination of the tree often caused by poor rooting during cutting propagation.

The first characteristic is the only one which can be selected at a very early stage since resistance to cold increases with the height and the age of the seedlings. The other characteristics require longer-term testing. For these four selection criteria, two different series of tests must be carried out in parallel (Figure Nº 6).

Two sorts of tests must be carried out to select for resistance to cold:

- The first can be used to select from a population of individuals corresponding to the selection pressure required (AFOCEL has set the pressure of zygote-based selection at 1/1000, which means approximately one tree per hectare). This initial mass selection should be simple, economical and powerful. It results in the initial phenotypic selection.

- The second test is used to confirm the resistance to cold of the clones selected phenotypically by mass selection. Because these clones are propagated by cuttings, the selection will be genetic, since it will be possible to separate the genetic element from the rest (environmental and physiological effects). This test can be more elaborate as only a small number of individuals are involved. It must be more reliable than the first test as it determines the definitive multiclonal variety which will be planted on a large scale.

Mass Selection (phenotypic selection)

The procedure involves mass selection of a population to eradicate all the individuals whose behaviour in response to thermal stress does not match the defined tolerance threshold. The smaller number of plants involved in mass selection, the more powerful and economical the test is, and the higher the selection pressure. For the seedling to express its cold tolerance fully, the phase of physiological development may vary from the gamete stage to a fully adult tree. A well-defined test should be applied to each stage of development (Figure Nº 6). A certain number of tests are currently used at the AFOCEL and others are in preparation.

Hardening

Whatever tests are performed at the zygote stage (apart from the ungerminated seed stage), the plant must have halted its growth for full expression of its resistance. This applies both to tests involving artificial

INFOR

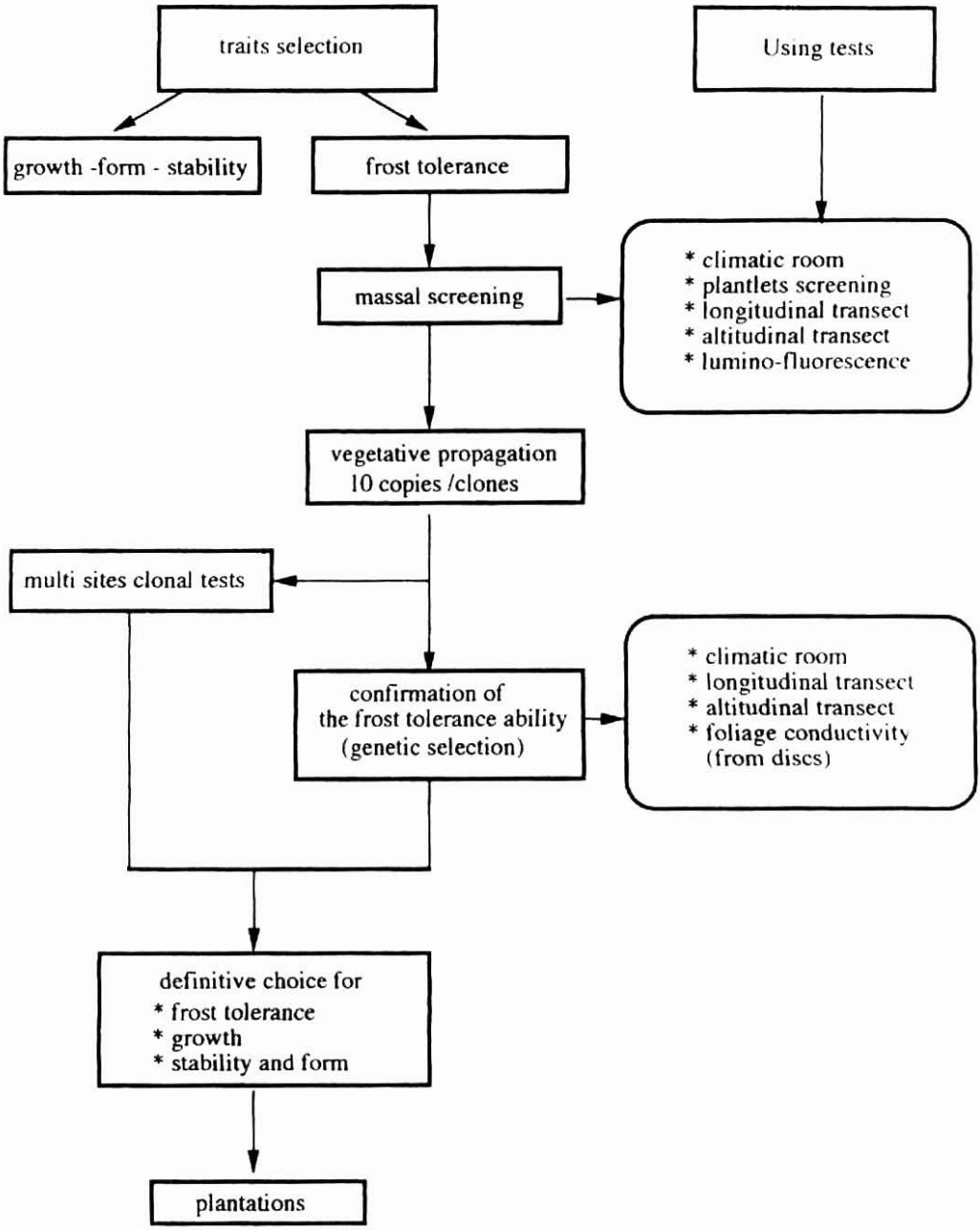


Figure Nº 6 **BRIEF SCHEMA OF CLONAL SELECTION (phenotypic and genetic) WITH CORRESPONDING TEST**

INFOR

phytotronic cold conditions and to those using natural cold conditions (hardening of the clonal test).

The hardening phase leads to a physiological state very close to what is known as dormancy. True dormancy only exists in ligneous deciduous plants and occurs when the buds are completely closed. In the genus **Eucalyptus**, dormancy is expressed simply by a halt in growth which makes it particularly sensitive to brutal seasonal variations in temperature (particularly early frost). The characteristic of resistance to cold is only expressed fully when the **Eucalyptus** has temporarily suspended its growth.

The following information, which is the basis for Figure Nº 7, clearly shows the very slight differences that exist between sensitive clones (**E. gunnii x E. globulus** 831006 - **E. gunnii x E. dalrympleana** 821366 and 821290) and the other resistant clones (**E. gunnii** 870606 and 800869) in the absence of hardening (difference in relative conductivity of 0.15). These differences are greatly amplified after 11 weeks of hardening (difference = 0.43) which makes it easier to classify the clones accurately.

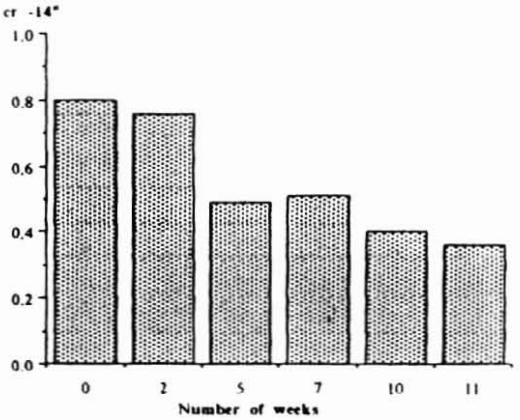
Table Nº 3

RELATIVE CONDUCTIVITY AT -14º C TEMPERATURE IN RELATIONSHIP WITH THE HARDENING OF CUTTING IN CLIMATIC CHAMBER (NUMBER OF WEEKS). THE MOST SENSITIVE CLONES ARE E.gunnii x E.globulus (831006) AND THE HYBRIDS F1 E.gunnii x E.dalrympleana (821366 = Nº 208 REFERENCE CLONE AND 821290). THE RESISTANT CLONES ARE MAINLY BELONGING TO E.gunnii ssp gunnii (800869 = Nº 34 = RESISTANT REFERENCE CLONE, Nº 870606, 870605 AND 870634).

CLONES	1 WEEK	2 WEEKS	5 WEEKS	7 WEEKS	10 WEEKS	11 WEEKS
890055	0,800	0,550	0,230	0,210	0,150	0,150
831006	0,800	0,600	0,570	0,600	0,580	0,570
800869	0,730	0,640	0,400	0,360	0,220	0,140
821366	0,760	0,730	0,440	0,430	0,260	0,240
870609	0,720	0,680	0,270	0,250	0,150	0,180
870696	0,780	0,720	0,380	0,360	0,250	0,210
870634	0,780	0,490	0,330	0,120	0,130	0,120
821290	0,730	0,620	0,470	0,230	0,110	0,200
870606	0,720	0,490	0,290	0,180	0,130	0,100
870605	0,800	0,740	0,220	0,210	0,200	0,190

INFOR

(x)



(y)

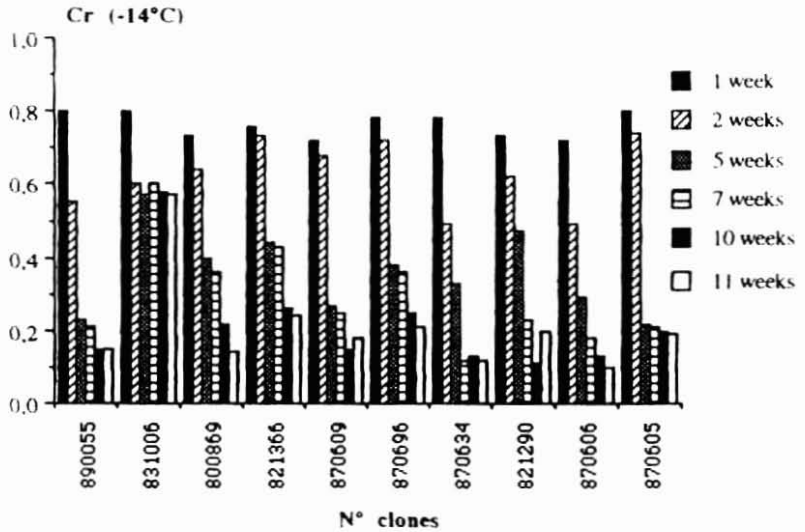


Figure N° 7 **RELATIVE CONDUCTIVITY (CR) EVOLUTION AT -14^0 C IN RELATIONSHIP WITH THE DURATION OF THE HARDENING (number of weeks) FROM CLONAL TEST REPRESENTED BY TEN CLONES. ALL THE CLONE CONFOUNDING (x), WITHIN CLONE (y).**

INFOR

The suspension of growth corresponding to hardening is achieved naturally when autumn arrives in the Northern Hemisphere. It is clear that conductivity measurements carried out regularly on leaf disks give a very valid indication of the development of hardening over time whatever the method (Table Nº 3 and Figure Nº 7: results obtained in a climatic chamber and Figure Nº 8: results obtained in the field (1))

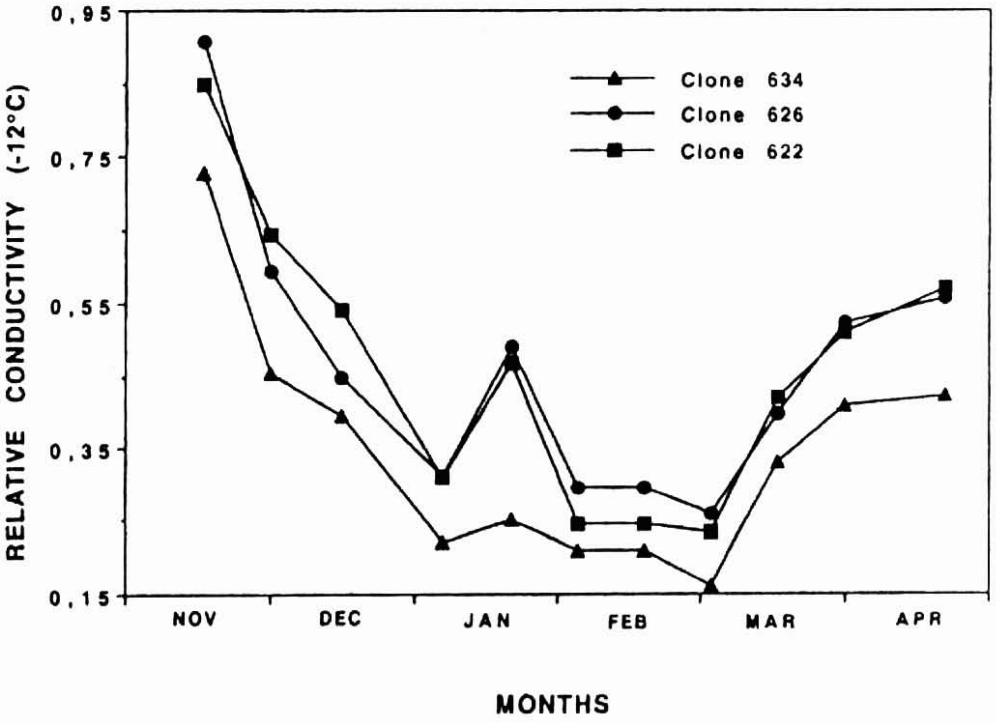


Figure Nº 8 **RELATIVE CONDUCTIVITY AT -12°C TEMPERATURE FROM 3 CLONES OF E. gunnii GROWING IN THE FIELD, IN RELATIONSHIP WITH THE MONTHS (Leborgne, 1993).**

(1) Lebourgne, 1992. Prof. Boudet's vegetal physiologic laboratory, University P. Sabatier. Toulouse.

INFOR

Electrolytic Conductivity Test

This method is now increasingly widely known and used in cold resistance improvement programs. It was developed by Dexter **et al** (1930-1932). It is based on the fact that when tissue is damaged by cold, the site of the damage is the cell membrane which loses its selective permeability. The electrolytic exudates are released by rupturing the membranes and quantified in microsiemens by measuring the electrical conductivity of leaf disks immersed in de-ionized water (Cauvin, 1988). The greater the conductivity, the greater the level of damage inflicted on the cells in the tissue.

Green and Warrington (1978) and Tibbits and Reid (1987a) subject whole seedlings to thermal stress before taking samples of the trunk and performing conductivity tests on them.

To avoid problems with supercooling of the leaf disks, some people add either silver iodure (Hallam and Tibbits, 1988) or crushed ice to the distilled water.

The results are expressed in terms of a ratio between the conductivity at the test temperature (CT) and the conductivity after total destruction (CG) by a very low temperature (-32^{0}C), after subtracting the sample's conductivity before its exposure to cold conditions (CA).

$$\text{Relative conductivity (CR)} = CT - CA \,/\, CG - CA$$

The advantages of this method are that it is not destructive and that it involves small samples (leaf disks). As it does not indicate absolute resistance to cold, reference clones should be incorporated into the test to allow calibration of the clones to be tested against them. We are therefore more concerned with a classification of the clones than with a true evaluation of resistance to cold in the field (Figure Nº 9). The clones can be classified according to the lethal temperature (50%), which is the temperature at that 50% of the cells are estimated to be destroyed. The drawback of the conductivity test is the small quantity of samples tested, which considerably limits its use for mass sorting. It is reserved for confirmation tests using a small number of clones.

INFOR

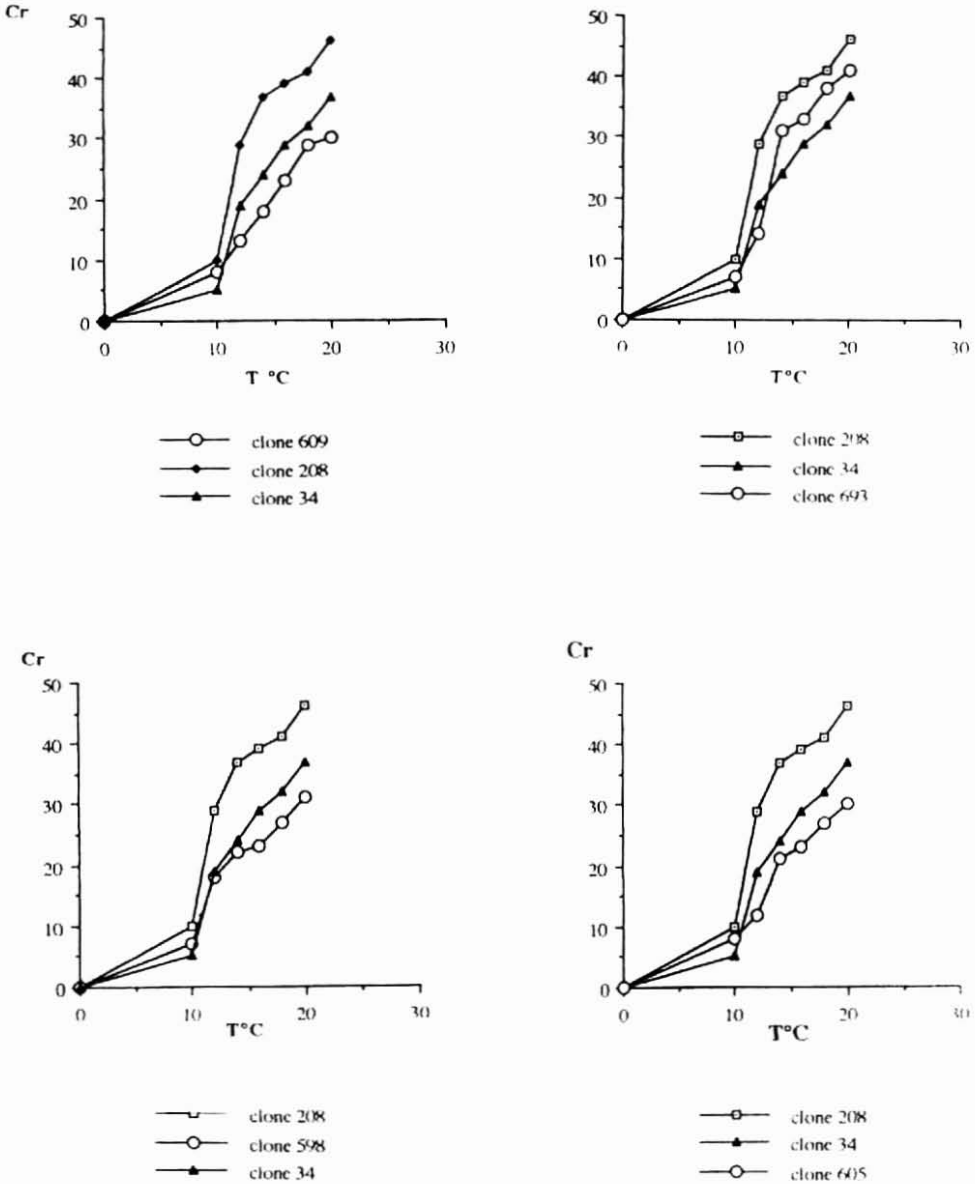


Figure Nº 9 **PROFILE OF RELATIVE CONDUCTIVITY (X 10) FROM 4 CLONES OF E.gunnii (609-693-598-605) AT 6 TEMPERATURES (-10, -12 , -14, -16, -18 y -20^{0} C) WHERE EACH CLONE IS COMPARED TO THE TWO REFERENCE CLONES (34 = resistant and 208 = sensitive).**

INFOR

Transect Tests

The tests involve using natural temperature gradients either to perform mass selection (uneconomical tests in the field), or to confirm the cold tolerance ratings of clones from the phenotypic selection. The plantations on these specialized sites have a very high seedling density (plants placed at 3 x 0.50 m). These gradients, which may be longitudinal, altitudinal or latitudinal, exist in many regions of the world and should sample the most types of cold conditions possible.

In France, these natural temperature gradients mainly exist in relation to longitude (from the mild climate in the West to the cold continental climate in the East) or altitude (the Pyrenees mountains or the Massif Central).

These sites were chosen so that, whatever the winter is like, there will be at least one response on one or two sites.

Since 1986, this type of experiment has enabled us to select over 400 stock plants and to confirm the very good cold-resistant characteristics of 4 clones. These clones are now being used in pre-development reforestation. At the same time, the 4 clones have also been tested for their other characteristics (stability, shape, vigour) using classic multi-station clonal tests.

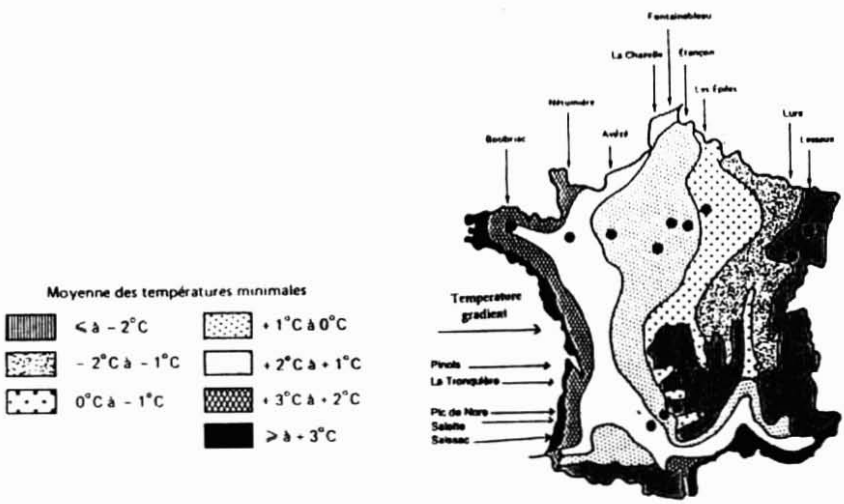


Figure Nº 10 **THE LOCATION OF THE LONGITUDINAL (north) AND ALTITUDINAL (south) TRANSECTS ALONG TEMPERATURE GRADIENTS IN FRANCE. THE MEAN MINIMUM SCREEN TEMPERATURE IS ALSO MAPPED (modified from Cauvin, 1988).**

INFOR

Table N°4

MINIMA TEMPERATURES RECORDED FROM EACH SITE OF THE TRANSECTS (a = altitudinal ; l = longitudinal ; la = latitudinal) SINCE 1986/87 WINTER

SITES	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93
BOUBBRIAC (l)	-10.2°C	•	•	•	•	•	•
NETUMIERES (l)	-11.9°C	•	•	•	•	•	•
ETANCON (l)	-13.2°C	•	•	•	-15.0°C	-16.0°C	•
SOUESME (l)	-19.0°C	•	•	•	•	•	•
AVEZE (l)	-20.0°C	•	•	•	•	•	•
FONTAINEBLEAU (l)	-24.0°C	•	•	•	•	•	•
BOIS DES EPEES (l)	-15.5°C	•	•	•	•	•	•
LE BEULEY (l)	-22.0°C	•	•	•	-17.0°C	-17.0°C	•
LURE (l)	-24.0°C	-12.0°C	-14.0°C	-14.0°C	-22.0°C	-17.0°C	-18.0°C
LESPINET (la)	•	•	-11.0°C	•	•	•	•
PINOLS (la)	•	•	•	•	•	•	-14.7°C
TRONQUIERE (la)	•	•	•	•	•	•	-12.0°C
PRADELLE (800 m) (a)	•	•	•	-11.0°C	-11.3°C	-9.8°C	-11.0°C
SAISSAC (800 m) (a)	•	•	-7.7°C	-8.0°C	-6.0°C	•	•
PIC DE NORE (1200 m)(a)	•	•	-10.0°C	-11.0°C	-10.0°C	-9.5°C	-11.6°C
SALETTE (a)	•	•	•	•	•	•	-10.7°C
ANGERS (l)	•	•	-7.0°C	-5.1°C	-11.5°C	-11.5°C	•
ALGUES BAS (la)	•	-18.0°C	•	•	•	•	•
ST COMES D'OLT (la)	•	-17.0°C	•	•	•	•	•
AUBRAC (la)	•	-17.0°C	•	•	•	•	•
MAL BOUYSSOU (la) (Latronquière)	•	-18.0°C	•	•	•	•	•

* indicate either abandoned or moved sites.

Brief Overview of the Contribution from Biotechnologies

In the field of cold resistance, biotechnological tools can help researchers in two ways :

- They help to improve knowledge of the mechanisms involved in cold resistance, which is always interesting in terms of practical applications and helps to generate new ideas.

INFOR

- The appearance of a certain number of advances in terms of testing and biochemical markers is interesting, but for the moment the high cost of their implementation means that they are reserved for small quantities of high-value clones.

The tests in the field simultaneously measure the intrinsic ability of the plant material to resist cold and the physiological state of the plant material (genotypic and phenotypic value). The final cold resistance rating is obtained by adding these two parameters together. It is very difficult with experimentation in the field to separate the effect due to the intrinsic resistance to cold from the effect of the physiological state of the seedlings.

Biotechnologies, however, could provide answers concerning the determinant factors for cold resistance, based either on the cellular characteristics, involving the properties of the membranes, or on the different concentrations of compounds regulating the osmotic pressure (amino acids) or involved in the cryoprotection mechanisms (sugars).

Biological Determinants of Cold Tolerance

The most significant advances have mainly involved the recognition of a certain number of markers or precursors for cold resistance, such as the G factor in **E. grandis** (Paton, 1980-1981), amino acids including asparagine, proline (Teulières **et al.**, 1989), total protein levels (Bon **et al.**, 1991) and sugar levels, principally raffinose (Leborgne, 1992).

The total protein levels were measured in several clones of **E. gunnii** and in a hybrid of **E. gunnii x E. dalrympleana** (Nº 208). The trial showed (Table Nº 5 and Figure Nº 11) that below a specific temperature (-9ºC), the levels of soluble proteins are significantly modified (Bon **et al.**, 1991). The most resistant clones are Sare 2 and clones 34 and 40, both half-sib produced from the Sare 2 mother-clone.

Study of the amino acid content of **E. gunnii** cells using clones with varied tolerance to cold conditions, showed that the level of free proline, thought to be a cryoprotective metabolite, is eleven times higher in the resistant clone than in the sensitive clone (Figure Nº 12).

INFOR

Table Nº 5

PROTEIN CONTENT (µg OF PROTEIN PER mg OF FRESH WEIGHT) OF SHOOT SEGMENTS AFTER EXPOSURE TO FREEZING AT -5, -6, -7 y -9^0 C FOR 1 h (control at 25^0 C in darkness).

	Freezing Temperature				
Clon	Control	-5^{0}C	-6^{0}C	-7^{0}C	-9^0 C
Sare2	9,724a	10,007a	9,877a	8,614a	6,976a
34	10,155a	8,706b	9,559a	8,442a	6,662b
40	10,187a	9,452a	9,348a	9,037a	6,427b
212	4,953b	5,168c	4,433b	5,167b	3,892c
208	1,936b	1,972d	2,373b	2,155c	2,376d
551	4,103b	5,777b	5,779b	3,873c	2,353d
Mean	6,843a	6,841a	6,901a	6,214a	4,780b

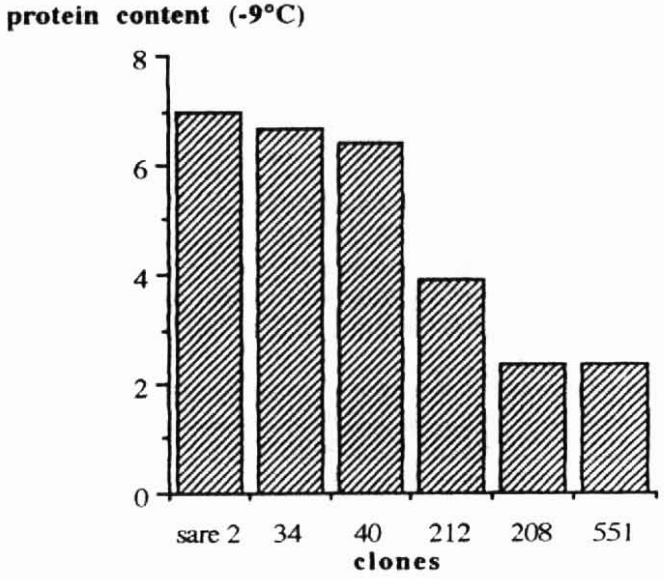


Figure Nº 11 : **TOTAL PROTEINS CONTENTS OF A RANGE OF CLONES (sensitive to frost resistant) AT A -9^0 C TEMPERATURE FREEZING (the clones Sare 2, 34 and 40 are belonging to the same genetic pool).**

INFOR

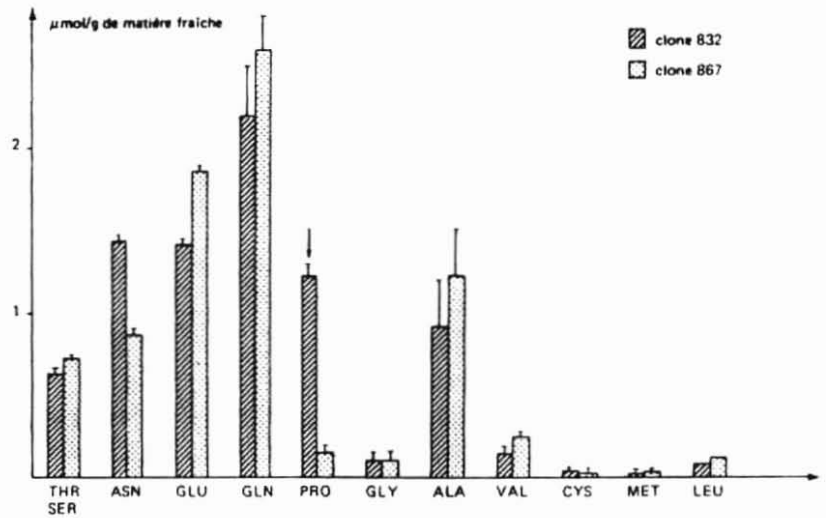


Figure Nº 12 : **AMINO ACID CONTENT OF THE TWO CELL LINES, RESISTANT : 832 ; SENSITIVE : 867 (each value represent the mean ± standard error of 4 experimentations). Teulières, 1989.**

The first results concerning the levels of different carbohydrates seem to demonstrate the important role which certain sugars can play in the cryoprotection of tissues. It should be noted that some are more deeply involved than others in the cryoprotection mechanisms and that, during the winter period (December to March), the raffinose/stachyose group is present in the tissues of the frost resistant clone (634) in higher levels than glucose, fructose and sucrose (Figure Nº 13).

INFOR

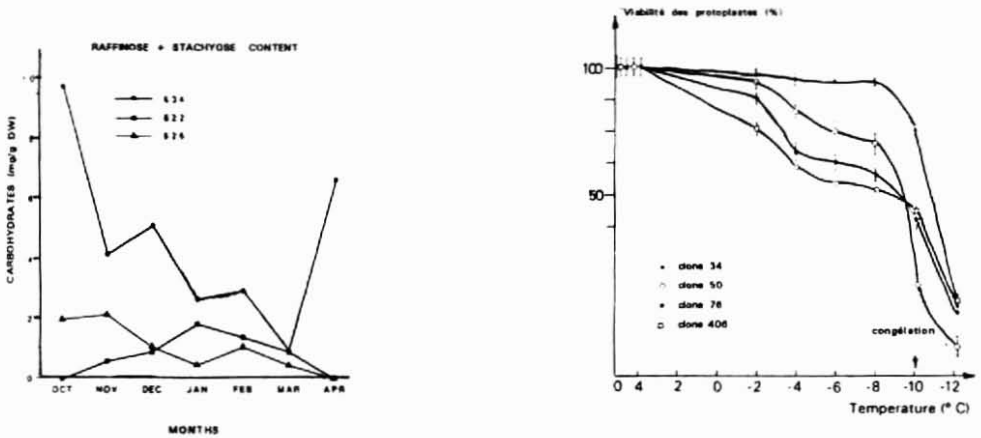


Figure Nº 13 : **EVOLUTION OF RAFFINOSE AND STACHYOSE CONTENT FROM OCTOBER TO APRIL IN FIRST LEAVES OF 3 TREES OF E.gunnii.**

Research has begun [1] with **E. gunnii** and **E. grandis** on the G factor endoperoxidase, which Paton discovered to be a precursor of cold resistance in **E. grandis**. We have managed to prove the presence of this factor in **E. grandis** using clones cultivated by AFOCEL, but the levels do not seem to be so high in **E. gunnii**, whether or not it is subjected to thermal stress.

Cold Tolerance Tests

Obviously the presence of biochemical markers can be used to detect the individuals with the best performance in terms of cold tolerance. But other systems have been developed using protoplasts or cellular suspensions (Boudet and Teulières, 1992) [2].

(1) Laboratory of molecular chimic., Mme Gorrinchon (1991). University P. Sabatier, Toulouse.
(2) Complement Annales AFOCEL, 1992.

INFOR

Recent results in this domain have also showed that resistance to cold could be expressed at the unicellular level and could also be detected at this level. This expression of resistance to cold with isolated protoplasts and then with cellular suspensions has given rise to early cold tolerance tests for **E. gunnii** which can be adapted to other species used in forestry (**Pinus pinaster**) or agriculture (wheat, soya bean).

Developing these tests meant solving a certain number of problems linked to the methods used for isolating the protoplasts (using samples of leaf mesophyll, primary calluses or cellular suspensions) and culturing the tissue.

The principle of the test performed using isolated protoplasts (Teulières **et al.**, 1989b) is based on the viability of the protoplasts, estimated after thermal stress (0 to 10° C) by numeration in the presence of staining agents (Evans Blue, Neutral Red or fluorescein diacetate).

The figure below clearly shows that this test makes it possible to distinguish between clones with different levels of sensitivity to cold using mesophyll protoplasts. The optimum temperature range for such observation is - 4 to -8° C.

CONCLUSIONS

More and more countries are becoming interested in the aspects linked to adaptation difficulties, whether they involve tolerance to cold, salinity or drought.

Numerous homologies to these stress-resistant characteristics should open up new leads for research in the next few years.

Over the last few years, AFOCEL has been able to develop innovative methodological tools in diverse tests, using either natural cold conditions or artificial cold conditions achieved in a phytotronic chamber. They are used almost routinely to confirm the status of the elite trees detected by means of phenotypic selection. Before they are proposed to users, these clones are always compared with the reference clones whose performance in cold conditions is known, with the purpose of producing a classification of the clones rather than an absolute resistance rating. These tests can still be improved, however, to make them more powerful and economical to use.

The various test improvement programs are oriented as far as possible towards replacing costly field testing using mainly natural cold conditions with non-destructive artificial tests on ever smaller samples of plant material.

INFOR

The most significant progress expected will involve mass selection methodologies enabling the selection of genotypes at very high selection pressures, with:

- Zygotic populations at the earliest stage possible (cotyledonous embryos) subjected to phytotronic cold conditions.

- Male gametic populations (open), using flow cytometry to sort the pollens according to their viability (staining with fluorescein diacetate) after subjecting them to thermal stress (Marien, 1988).

- A population of adult trees, by carrying out tests based on the photoluminescence of the chloroplast and the induction kinetics of the fluorescence of the chlorophyll in the leaves after thermal stress.

All the tests used so far have nevertheless made it possible to build up a unique and exceptional collection containing over 400 high-performance clones selected for their cold-resistant characteristics. These selections, involving seven species, combine extensive possibilities as a result of the genetic diversity of the individuals selected, and will also have a considerable role to play in a similarly exceptional genetic recombination of the characteristics of vigour and shape in later crosses.

This became possible when a new genetic base was set up, mainly composed of a range of species targeted for their resistance to cold. This genetic base of **E. gunnii** and related species, which samples the whole range of variability resulting from different sources, strains and stock-plants (and even the pollen at the original site), currently represents 200 hectares [1] spread over a large number of plantation sites in the form of development plots or genetic resource protection areas.

The progress made in the field of biotechnology, particularly regarding cell culture, the isolation of protoplasts and in vitro propagation, makes it possible to supply very homogeneous plant material for the different tests. Thorough understanding and control of the determinant factors involved in obtaining the plant material improves the accuracy of the results. As resistance to cold is expressed at the cellular level, it will be possible to estimate how much of the effect is genetic, and how much is due to environmental or physiological factors.

The tests using the protoplasts will be capable of giving a good indication of a genotype's value, but they will have to be limited to a small number of very good stock plants, as the cost of isolating them remains high.

(1) Financial support from the Forestry Department of Agriculture. Help and authorization to collect samples from the University of Hobart and the Forestry Commission of Tasmania, Australia.

INFOR

The presence of biochemical markers with an important role in terms of the osmotic pressure and regulation of membrane permeability (cryoprotectors and amino acids) is also opening up new perspectives.

BIBLIOGRAPHIE

Alcaraz, L., 1983. Eucalyptus Resistant au Froid en Catalogue. Colloque International sur les **Eucalyptus** Resistant au Froid, (pp. 236-242). Bordeaux, France : AFOCEL.

Almeida, M. H. and Leal, A. C., 1989. Hybridization Techniques and Frost Tolerance Studies in Intraspecific Hybrids of **Eucalyptus globulus Labill**. Annales des Sciences Forestières (Paris), 46: 54-55.

Andonoski, A., 1983. L'Introduction des **Eucalyptus** en Yougoslavie. In Colloque International sur les **Eucalyptus** Resistant au Froid, (pp. 243-252). Bordeaux, France: AFOCEL.

Ashton, D. H., 1958. The Ecology of **Eucalyptus regnans F. Muell** : The Species and its Frost Resistance. Aust. J. Bot., 6: 154-176.

Ashton, M. J., and Paton, D. M., 1973. Frost Room Design for Radiation Frost Studies in **Eucalyptus**. Aust. J. Bot., 21: 193-199.

Awe, J. O. and Shepherd, K. R., 1975. Provenance variation in frost resistance of **Eucalyptus camaldulensis** Dehn. Aust. For; 35: 26-33.

Bolte, M. L., Crow, W. D. and Paton, D. M., 1987. Frost hardiness in Eucalyptus grandis: A possible molecular mechanism. In P. H. Li (Eds.), Plant Cold Hardiness (pp. 129-139). New York: Alan R. Liss.

Bon, M., Cauvin, B. and Lours, M. J., 1991. Frost tolerance assessement of different progenies of Eucalyptus. Soluble protein content and SOD activity. In A. P.G. Schönau (Ed.), Intensive Forestry: The Role of Eucalypts. Proceedings of the IUFRO symposium, P2.02-01 Productivity of Eucalypts, 2-6 September 1991, (pp. 182-187). Durban, South Africa: Southern African Institute of Forestry.

Burgess, L. P., 1983. Tolerance of two years old **Eucalyptus grandis** and **Eucalyptus saligna** to winter frost in Canberra, Australian Capital Territory. Colloque international sur les Eucalyptus resistant au Froid, (pp. 358-366). Bordeaux, France: AFOCEL.

INFOR

Cauvin, B., 1983. Precautions pour l'hybridation controlec des Eucalyptus. Colloque international sur les Eucalyptus resistant au Froid, (pp. 509-522). Bordeaux, France: AFOCEL.

Cauvin, B. 1988. Eucalyptus: Les tests de resistance au froid. Annales de recherches sylvicoles (pp. 161-195). Paris: Association Foret-Cellulose.

Cauvin, B, and Potts, B. M., 1991. Selection for extreme frost resistance in Eucalyptus. In A. P. G. Schönau (Ed.), Intensive Forestry: The Role of Eucalypts. Proceedings of the IUFRO symposium, P2.02-01 Productivity of Eucalypts, 2-6 September 1991, 1 (pp. 209-220). Durban, South Africa: Southern African Institute of Forestry.

Destremau, D. X., 1983. Introduction de l'Eucalyptus gunnii en France : premiers resultats. Colloque international sur les Eucalyptus resistant au Froid, (pp. 275-280). Bordeaux, France: AFOCEL.

Eldridge, K. G., Owen, J. V., Griffin, A. R. and Hardwood, C. E., 1983. Development of a method for assessing frost resistance of Eucalyptus. Colloque international sur les Eucalyptus resistant au Froid, (pp. 145-152). Bordeaux, France: AFOCEL.

Evans, J., 1983. Choice of Eucalyptus Species and Provenances in Cold Temperate Atlantic Climates. Colloque International Sur les Eucalyptus Resistant au froid, (pp. 255-274). Bordeaux, France: AFOCEL.

Gimignani, G., 1983. L'experimentation en Italie des Eucalyptus Resistant au Froid. Colloque international sur les Eucalyptus resistant au Froid, (pp. 194-195). Bordeaux, France: AFOCEL.

Griffin, A. R., 1983. Eucalyptus Genetics Research in CSIRO - Division of Forest Research. In Colloque international sur les Eucalyptus resistant au Froid, (pp. 102-104). Bordeaux, France: AFOCEL.

Griffin, A. R., Williams, E. R. and Johnson, K. W., 1982. Early Height Growth and Frost Hardiness of **Eucalyptus regnans** Provenances in Twelve Field Trials in South-east Australia. Australian Forest Research, 12: 263-79.

Hallam, P. M. and Reid, J. B., 1989. Seasonal and genetic variation in frost hardiness of **Eucalyptus delegatensis**. Can J. For. Res., 19: 480-488.

INFOR

Hallam, P. M.,Reid, J. B, and Beadle, C. L., 1989. Frost hardiness of commercial Eucalyptus species at different elevations. Can. J. For. Res., 19: 1235-1239.

Hallam, P. M. and Tibbits, W. N., 1988. Determination of frost hardiness of Eucalyptus using the electrical conductivity of diffusate in conjunction with a freezing chamber. Canadian Journal of Forest Research, 18: 595-600.

Hardwood, C. E., 1983. Studies on Eucalyptus frost resistance in sub-alpine frost hollows. Colloque international sur les Eucalyptus resistant au Froid, (pp. 126-144). Bordeaux, France: AFOCEL.

Higa, A. R., 1986. Frost resistance genetic variation between and within **E. viminalis** populations. In R. Griffin & P. Volker (Ed.), Proceedings of the ninth meeting of representative of the Research Working Groups no. 1 (Forest Genetics) of the Australian Forestry Council, (pp. 106). Somerset, Tasmania: Australian Forestry Council.

Lacaze, J. F., 1962. La Resistance au Froid des Eucalyptus. Revue forestiere francaise, 14(5): 422-429.

Marco, M. A. Pujato, J. and Mariats, R. M., 1991. Frost Tolerance in a Seven-month-old provenance trial of **Eucalyptus grandis** (Hill) Maiden in Argentina. In A. P. G. Schönau (Ed.), Intensive Forestry: The Role of Eucalypts. Proceedings of the IUFRO symposium, P2.02-01 Productivity of Eucalypts, 2-6 September 1991, 1 (pp. 426-432). Durban, South Africa: Southern African Institute of Forestry.

Marien, J. N., 1979. La Selection Juvenile des Eucalyptus pour Leur Resistance au froid. Annales AFOCEL, 1979: 225-252.

Marien, J.N., 1987. Actions de Basses Temperatures sur le Pollen d'**Eucalyptus gunnii.** Annales AFOCEL, 1987: 197-210.

Nixon, K. M., 1983. A test of fifteen Eucalyptus Species and Provenances for Frost Resistance in Natal, South Africa. Colloque international sur les Eucalyptus resistant au Froid, (pp. 367-376). Bordeaux, France: AFOCEL.

Orme, K., 1983. Vegetative Propagation of Tasmanian Eucalyptus. Colloque international sur les Eucalyptus resistant au Froid, (pp. 559-569). Bordeaux, France: AFOCEL.

Orme, R. K., 1983. Natural Variation in **Eucalyptus gunnii** Hook F. Colloque international sur les Eucalyptus resistant au Froid, (pp. 63-80). Bordeaux, France: AFOCEL.

INFOR

Paton, D. M., 1972. Frost Resistance in Eucalyptus. A New Method for Assessment of Frost Injury in Altitudinal Provenances of **Eucalyptus viminalis**. Aust. J. Bot., 20: 127-139.

Paton, D. M., 1980. Eucalyptus Physiology. II. Temperature Responses. Aust. J. Bot., 28: 555-556.

Paton, D. M., 1981. Eucalyptus physiology III. Frost resistance. Australian Journal of Botany, 29: 675-688.

Paton, D. M., 1983. Physiology of Frost Resistance in Eucalyptus. Colloque international sur les Eucalyptus resistant au Froid, (pp. 107-125). Bordeaux, France: AFOCEL.

Paton, D. M., 1987. Frost Resistance in Eucalyptus: Are Alant Growth Regulators Involved ? In P. H. Li (Eds.), Plant Cold Hardiness (pp. 117-127). New York: Alan R. Liss Inc.

Potts, B. M. and Tibbits, W. N., 1991. The Inheritance of Frost Resistance in Interspecific F1 Hybrids of Eucalyptus. Canberra : Australian Forestry Council.

Potts, B. M. and Tibbits, W. N., 1991. Inheritance of Freezing Resistance in Interspecific F1 Hybrids of Eucalyptus. Coonawarra, South Australia, 54 - 55.

Purnell, R. C. and Lundquist, J. E., 1986. Provenance variation of Eucalyptus nitens on the eastern Transvaal Highveld in South Africa. South Afr. For. J., 138: 23-31.

Rook, D. A., Wilcox, M. D., Holden, D. G. and Warrington, I. J., 1980. Provenance Variation in Frost Tolerance of **Eucalyptus regnans** F. Muell. Aust. For. Res., 10: 213-238.

Scarascia-Mugnozza, G., Valentiny, R., Kuzminski, E. and Giordano, E., 1989. Freezing Mechanisms, Acclimation Processes and Cold Injury in Eucalyptus Species Planted in the Mediterranean Region. Forest Ecology and Management, 29: 81-94.

Teulieres, C., Feuillet, C. and Boudet, A.M., 1989a. Differential Characteristics of Cell Suspension Cultures Initiated From Eucalyptus Gunnii Clones Differing by their Frost Tolerance. Plant Cell Reports, 8: 407-410.

Teulieres, C., Alibert, G., Marien, J.N. and Boudet, A.M., 1989b. Isolation and Frost Resistance Screening of Protoplast From Different Clones of Eucalyptus. J. Plant Physiol, 134: 316-319.

INFOR

Tibbits, W. N., Hodge, G. R. and White, T. L., 1991. Predicting Breeding Values for Freezing Resistance in **Eucalyptus globulus**. South Africa: Durban.

Tibbits, W. N. and Reid, J. B., 1987a. Frost Resistance in **Eucalyptus nitens** (Deane & Maiden) Maiden: Physiological aspects of hardiness. Australian Journal of Botany, 35: 235-250.

Tibbits, W. N. and Reid, J. B., 1987b. Frost Resistance in **Eucalyptus nitens** (Deane & Maiden) Maiden: Genetic and Seasonal Aspects of Variation. Australian Forest Research, 17: 29-47.

Valentini, R., Mugnozza, G. S., Giordano, E. and Kuzminsky, E., 1990. Influence of Cold Hardening on Water Relations of Three Eucalyptus species. Tree Physiology, 6: 1-10.

van Wyk, G., 1976. Early Growth Results in a Diallel Progeny Test of **Eucalyptus grandis** (Hill) Maiden. 1. A field study. Silvae Genetica, 25: 126-132.

van Wyk, G., 1983. Progress with the breeding of frost tolerant Eucalyptus in the Republic of South Africa. Colloque international sur les Eucalyptus resistant au Froid, (pp. 523-532). Bordeaux, France: AFOCEL.

Volker, P., 1991. Preliminary Results from a Frost Study with Crosses of **Eucalyptus nitens, E. globulus** and **E. nitens x globulus**. Coonawarra, South Australia, 1991.

Wilcox, M. D., 1982. Genetic Variation in Frost Tolerance, Early Height Growth, and Incidence of Forking among and within provenances of **Eucalyptus fastigata**. New Zealand Journal of Forestry Science, 12(3): 510-524.

Wilcox, M. D., Faulds, T. and Vincent, T. G., 1980. Provenance Variation in Frost Resistance of **Eucalyptus fastigata** Deane & Maid. In IUFRO symposium and workshop, (pp. 1-9). Brazil: New Zealand Forest Service Reprint.

Wilcox, M. D., Faulds, T., Vincent, T. G. and Poole, B. R., 1980. Genetic Variation in Frost Tolerance among Open-pollinated Families of **Eucalyptus regnans** F. Muell. Aust. For. Res., 10: 169-184.

INFOR

RESISTENCIA AL FRIO DE PROCEDENCIAS Y FAMILIAS DE *Eucalyptus nitens* EN AYSEN, XI REGION, CHILE

Patricio Parra S. (*)
José Luis Canala-Echeverría V. (**)

RESUMEN

*En 1990 se estableció en la Región de Aysén un ensayo de 8 Procedencias y 115 Familias de **Eucalyptus nitens** a objeto de determinar aquellas mejor adaptadas al sitio.*

Al cabo de dos años fueron estimados algunos parámetros genéticos para las características de crecimiento (altura, diámetro y volumen) y resistencia al frío (daño al follaje). La heredabilidad individual fue moderada para resistencia al frío ($h^2 = 0.18$) y relativamente baja para las variables altura ($h^2 = 0.12$), diámetro ($h^2 = 0.11$) y volumen ($h^2 = 0.09$). Dos familias de la procedencia Toorongo del Estado de Victoria, resultaron tener una alta sobrevivencia, excelente estado sanitario y volumen. En cambio la mayoría de las familias de las procedencias Brown Mt Nimmitabel y Glenbog St. Forest, del estado de NSW, presentaron una mayor susceptibilidad al frío.

(*) Ingeniero Forestal. Instituto Forestal.
(**) Técnico Forestal. Instituto Forestal.

INFOR

INTRODUCCION

El Instituto Forestal desde 1989 viene realizando un amplio programa de Mejoramiento Genético de varias especies del género **Eucalyptus**, a objeto de superar los niveles de productividad ya alcanzados con la silvicultura intensiva que hoy se aplica.

Lo anterior se puede lograr mediante la elección de aquellos individuos que presentan características sobresalientes. Una vez comprobada su aptitud de transmitir dichas características, se reproducen, a fin de establecer bosques adaptados a distintos sitios, de mayor productividad y calidad.

Entre los rasgos de interés, la resistencia al frío tiene gran relevancia especialmente en zonas donde el establecimiento de especies de rápido crecimiento se ve afectada por temperaturas mínimas extremas, que constituyen uno de los factores limitantes en la distribución geográfica de estas especies.

En 1990 el INFOR estableció un ensayo con **Eucalyptus nitens** en la región de Aysén, a fin de determinar el comportamiento de diferentes procedencias de semillas y familias, provenientes del área de distribución natural de la especie, considerando su resistencia al frío y alto vigor de crecimiento (Darrow, 1984; FAO, 1981; Lembke, 1977).

En este ensayo, gran parte de los árboles fueron dañados por heladas de invierno y primavera de distintas intensidades ocurridas en 1991. El presente documento evalúa los daños, analizando las procedencias y las familias respectivas desde el punto de vista de su resistencia al frío, crecimiento y capacidad de sobrevivencia. Asimismo, se determinan algunos parámetros genéticos.

El éxito del establecimiento de plantaciones en las zonas frías está supeditada a que los árboles sean capaces de tolerar las temperaturas mínimas, los largos períodos con temperaturas bajo cero, los cambios bruscos de temperatura y heladas de otoño y primavera. Es importante señalar que la resistencia al frío varía a lo largo del año. Las plantas alcanzan su máxima resistencia después que han estado expuestas a períodos cortos con temperaturas bajo cero; de igual forma la resistencia disminuye rápidamente cuando las temperaturas comienzan a subir.

INFOR

Dependiendo de la intensidad de las heladas y de la especie (sus procedencias y/o familias), el daño puede ser parcial o generalizado en el árbol. Normalmente las temperaturas mínimas son más intensas en zonas bajas en el relieve del terreno, lo que coincide con los mayores daños en los árboles, sobre todo de aquellos en estado juvenil.

Las bajas temperaturas por enfriamiento y congelamiento pueden producir daños, en algunos casos irreversibles, que se manifiestan con la interrupción del crecimiento, la disminución de la actividad fotosintética, de la respiración, del flujo hídrico y de la traslocación (Scarascia-Mugnozza, 1990).

Si el enfriamiento es gradual se produce una cristalización del agua del medio extracelular, lo cual se traduce en una deshidratación del citoplasma que puede desnaturalizar las proteínas, en razón de la alta concentración de sales. La membrana plasmática, en tanto permanezca intacta, impedirá la penetración de los cristales de hielo al interior de la célula viva, evitando la muerte del vegetal.

La deshidratación celular no se produce solamente por la formación de hielo en el interior, sino también debido a transpiración; si la deshidratación sobrepasa el límite específico tolerable, el protoplasma celular experimenta cambios en sus características moleculares y el proceso se torna irreversible (Walker, 1965).

Si el enfriamiento es rápido, la salida del agua de las células no es suficientemente veloz como para evitar la cristalización del agua intracelular (Chaperón **et al.**, 1991), dañándose los protoplastos y rompiéndose la membrana plasmática, por lo que la célula muere (Stakman y Harrar, 1963).

Cuando varias células o grupos de éstas mueren por causa de una helada, generalmente se descoloran y su localización en los tejidos se manifiesta en zonas parduscas llamadas habitualmente quemaduras. El efecto del daño se traduce en una pérdida de crecimiento cuando la parte afectada es el follaje y ramas; cuando el daño implica rajadura de corteza y oxidación del cambium, el árbol generalmente muere, o puede rebrotar débilmente.

La sensibilidad de los árboles a la helada varía según los órganos y tejidos, con la edad y estado fisiológico de las plantas (Stakman y Harrar, 1963), en general los tejidos suculentos, con mayor contenido de agua, son mas susceptibles a las heladas que los tejidos lignificados, lo cual disminuye los riesgos de daño en la zona cambial.

La intensidad del daño también depende de la naturaleza del suelo; el daño invernal proviene con frecuencia del desecamiento de la planta. Muchos árboles, a finales del invierno o principio de primavera, por encontrarse el suelo congelado no

INFOR

pueden recuperar el agua pérdida por la transpiración. El apelmazamiento del suelo debido a la alternación hielo-deshielo puede ocasionar roturas del sistema radicular y "descalzar" la planta del suelo, dejando así parte de las raíces al descubierto. Además el daño mecánico causado en las raíces y cuello puede constituir una vía de entrada a organismos patógenos (Walker, 1965).

OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como objetivos determinar las procedencias y familias de **Eucalyptus nitens** de edad juvenil, mejor adaptadas al sitio y estimar los parámetros genéticos para la variable resistencia al frío a través del daño al follaje y las variables de crecimiento altura, diámetro y volumen.

MATERIAL Y METODO

En el ensayo se establecieron 8 procedencias y 115 familias de **Eucalyptus nitens**, tanto de Victoria (VIC) como de Nueva Gales del Sur (NSW) (Figura N°1 y Cuadro N° 1).

Cuadro N°1

PROCEDENCIAS INTRODUCIDAS DE
Eucalyptus nitens

N° PROC	LUGAR DE ORIGEN		N° FAMIL.	LATITUD	LONGIT.	ALT.	T° MEDIA MIN (°C)	T°MEDIA MAX(°C)	PP MEDIA ANUAL	T° MIN. REGIST.
1	MAJORS P. EBOR	NSW	6	30°25'	152°25'	1450	8.4	17.7	1280	-3
2	BARRIGTON TOPS	NSW	6	31°55'	151°30'	1450	---	---	1551	-10
3	TALLAGANDA	NSW	40	35°59'	149°34'	1234	5.5	19.3	682	-10
4	BROWN NIMMITABEL	NSW	8	36°32'	149°28'	1000	3.6	15.8	720	-11
5	GLENBOG	NSW	7	36°38'	149°24'	1050	5.3	19.5	712	-10
6	ERRINUNDRA	VIC	16	37°16'	148°69'	983	2.7	17.0	893	-8
7	TOORONGO	VIC	30	37°50'	146°08'	950	8.0	19.0	1052	-6
8	RUBICON	VIC	2	37°18'	145°49'	1000	6.5	20.4	704	-6

INFOR

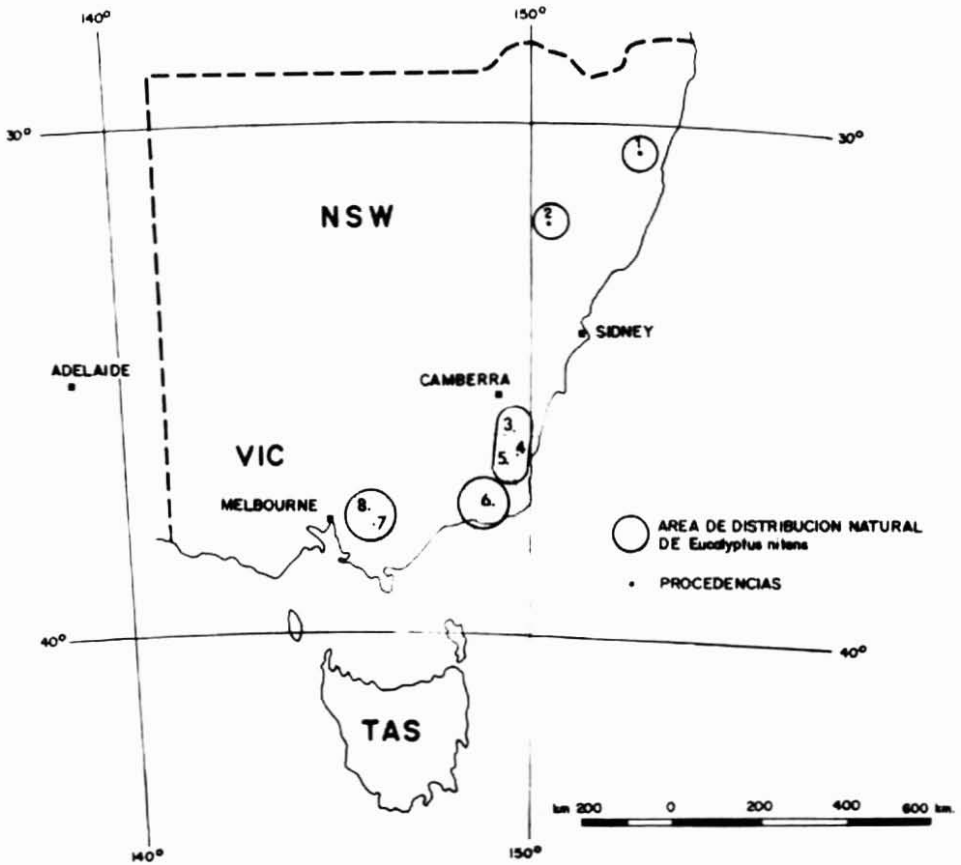


Figura N°1. **MAPA DE DISTRIBUCION NATURAL DE Eucalyptus nitens**
Fuente: Elaborado en División Silvicultura INFOR con antecedentes de W. N. Tibbits y J. B. Reid (1987).

INFOR

La colección de semillas empleada en el ensayo, es una muestra que representa una parte importante del área de distribución natural de la especie. La colección probada en el ensayo incluye 16 lugares de colección correspondiente a 8 procedencias y 115 familias. Cabe destacar que la procedencia Errinundra de Victoria ha sido recientemente reclasificada taxonómicamente como una nueva especie denominada **Eucalyptus denticulata** (Cook y Ladiges, 1991). La selección de los árboles y la colecta de semillas fue realizada por el CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization), en los años 1987 y 1988.

Localización

El ensayo se encuentra en el predio El Bajo de propiedad de Forestal Mininco, a 150 msnm, a 44°50'de latitud Sur y 72° 17'de longitud Oeste, provincia de Puerto Aysén, comuna de Aysén.

Este sitio presenta una topografía plana a levemente ondulada en algunos sectores. Anteriormente a la plantación el suelo se destinaba a uso ganadero.

Antecedentes de Clima y Suelo

El lugar del ensayo esta inserto en el Clima Templado Frío Lluvioso de la Costa Occidental según la clasificación de W. Köeppen. Se caracteriza por una alta caída pluviométrica, uniformemente distribuida durante el año (2.500-3.000mm), y una temperatura media anual de 9°C, también con distribución uniforme (IREN, 1979).

En el lugar del ensayo no existen registros climáticos, por lo cual se emplearon datos de la estación meteorológica más próxima, ubicada en Puerto Aysén (11 msnm) a 45°24'de latitud Sur y 72°40' de longitud Oeste. Las condiciones climáticas de la estación son menos rigurosas que las existentes en la plantación de **Eucalyptus nitens**, dado que ésta se encuentra a mayor altura sobre el nivel del mar (150 msnm).

Durante 1991, se produjeron heladas en invierno y primavera (Junio a Octubre) con temperaturas inferiores a -5°C, lo cual ocasionó severos daños a la plantación (Cuadro N°2).

INFOR

Cuadro N°2

DATOS CLIMATICOS AÑO 1991
ESTACION PUERTO AYSEN

MESES	T° MEDIA MIN (°C)	T° MEDIA MAX (°C)	PP MEDIA ANUAL	T° MIN REGISTRADO
ENERO	10.5	17.5	162.5	4.0
FEBRERO	9.3	18.1	223.0	2.7
MARZO	7.9	15.3	168.0	2.1
ARIL	6.4	12.5	247.1	1.0
MAYO	3.5	9.0	340.6	-1.1
JUNIO	2.2	7.3	148.6	-4.6
JULIO	1.3	6.3	281.2	-5.6
AGOSTO	1.7	7.8	257.7	-4.2
SEPTIEMBRE	4.2	10.3	295.0	-0.6
OCTUBRE	3.9	13.4	117.2	-3.2
NOVIEMBRE	7.9	14.7	204.3	1.0
DICIEMBRE	7.4	14.5	251.4	3.0

En relación a los suelos, tanto de montaña como de valle, estos pertenecen a la Asociación Villa Mañihuales y están clasificados en la Serie Picacho, Franco Limoso. Los suelos se han derivado a partir de cenizas volcánicas y el grado de evolución se caracteriza por presentar evidentes procesos de migración de material fino en profundidad, así como fenómenos de quelación y reprecipitación del hierro (IREN, 1979).

Diseño Experimental

El ensayo fue establecido en Noviembre de 1990, utilizando un diseño que corresponde a "Bloques de Familias Compactas", donde las familias agrupadas se distribuyeron al azar dentro de cada procedencia, en subparcelas de 4 árboles en línea. Cada procedencia cuenta con 8 repeticiones.

Variables Consideradas

La evaluación del daño por heladas en el ensayo de **Eucalyptus nitens**, se basó en la clasificación de los árboles según la intensidad de daño al follaje, de acuerdo a las siguientes categorías:

INFOR

Categorías de Resistencia al frío (% Follaje Dañado):

Sano	:	0% daño
Daño incipiente	:	1-10%
Daño leve	:	11-30%
Daño significativo	:	31-90%
Daño total	:	>90%

La medición del daño al follaje por causa de las heladas se realizó en Noviembre de 1991, una vez que se manifestaron todos los síntomas.

Posteriormente, en Marzo de 1992, para evaluar la sobrevivencia y crecimiento de los árboles se emplearon las variables altura (H), diámetro de cuello (D) y el índice D^2H que combina las anteriores, determinando un buen estimador del crecimiento en volumen de plantaciones a edad juvenil.

Análisis Estadístico

Con el objeto de verificar estadísticamente si existen diferencias en la resistencia al frío entre las procedencias y familias, se sometieron los datos a análisis de varianza. En caso de existir diferencias significativas, se empleó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey. Los porcentajes (p) fueron previamente transformados a la función de Bliss mediante la fórmula arcoseno 0.0p para su análisis estadístico.

Los parámetros genéticos, heredabilidad individual (h^2), Heredabilidad familiar (H^2), Correlación genética (r_A) y Correlación fenotípica (r_p), se estimaron utilizando grupos de medios hermanos maternos. Los componentes de varianza se obtuvieron de acuerdo a dos modelos completamente aleatorizados:

El modelo I ($Y_{ijkl} = \mu + B_i + P_j + F(P)_{jk} + (B*P)_{ij} + e_{ijkl}$) que utiliza los promedios familiares y contempla los efectos de bloque, procedencia, familia dentro de la procedencia, la interacción bloque*procedencia y el error. En el componente del error se encuentra implícitamente el efecto bloque*familia que se extrae con el modelo II ($Y_{ijk} = \mu + (B(F(P))_{ij}) + e_{ijk}$) que emplea las observaciones individuales (Becker, 1984).

INFOR

Heredabilidad

Se determina la heredabilidad individual (h^2) con su respectivo error estándar (se (h^2)), (Becker,1984) en **Eucalyptus nitens** en edad juvenil para las características resistencia al frío, altura, diámetro y volumen. Se asume un coeficiente de parentesco C = 0,35 para familias originadas por polinización abierta, es decir supone que un 20% de las familias del ensayo fue originada por autofecundación.

$$h^2 = \frac{2.86 * \sigma^2_f}{(\sigma^2_b + \sigma^2_{b*f} + \sigma^2_f + \sigma^2_e)}$$

$$SE(h^2) = \sqrt{\frac{2.86^2 * VAR(\sigma^2_f)}{(\sigma^2_b + \sigma^2_{b*f} + \sigma^2_f + \sigma^2_e)^2}}$$

La heredabilidad familiar de los promedios se calculó de acuerdo a la fórmula desarrollada por García (1992).

Correlación Genotípica y Error Estándar

Para medir el grado de asociación que existe entre los valores de dos características en un individuo, se emplea la correlación genotípica (r_A) y el error estándar (se(r_A)), (Falconer, 1981).

RESULTADOS Y DISCUSION

En los Cuadros N°3 y N°4 se presentan los resultados de la prueba de Tukey para las procedencias y familias. En el Cuadro N°5 se presentan, a nivel de procedencias, los porcentajes de árboles afectados por el frío según las categorías de daño al follaje. En relación a los parámetros genéticos, en los cuadros N°6 y N°7, se indican los componentes de varianza aditiva y fenotípica y la heredabilidad individual con sus respectivos errores estándar. Las correlaciones fenotípicas y genéticas son comparadas en el cuadro N°8.

INFOR

Resistencia al Frío

Procedencias

El Análisis de Varianza para la variable resistencia al frío, según el porcentaje de daño al Follaje indicó que las procedencias presentan diferencias altamente significativas (Cuadro N°3).

La prueba de Tukey indica que la procedencia Toorongo (7) de Victoria Central posee la mayor resistencia al frío al presentar el promedio más bajo de daño al follaje. Además se ve favorecida por una alta sobrevivencia, el mayor porcentaje de árboles sanos y el mayor crecimiento volumétrico entre las procedencias ensayadas.

Las procedencias de terrenos altos de Victoria Central, presentan hojas juveniles más anchas y glaucas persistentes, lo cual les otorgan a estos árboles una mayor velocidad de crecimiento inicial y probablemente un mayor grado de tolerancia al frío (Tibbits y Reid, 1987; Pederick, 1979).

En contraste, Tukey agrupa las procedencias de NSW Brown Mt Nimmitabel (4), Glenbog St. Forest (5) y Majors Point Ebor (1) como aquellas de mayor daño al follaje, que además presentan el mayor porcentaje de árboles afectados y un crecimiento en volumen deficiente, lo cual las caracteriza como muy susceptibles al daño causado por las heladas.

En general las procedencias de Toorongo (7) y Rubicón (8) de Central Highland de Victoria y Barrington Tops (2) del norte de NSW, mostraron mayor resistencia al frío que Errinundra (6) y las procedencias del sur de NSW, Brown Mt Nimmitabel (4) y Glenbog St. Forest (5). Estos resultados son semejantes a los alcanzados por Tibbits y Reid (1987), en un ensayo de plantas expuestas a distintas temperaturas mínimas controladas.

Familias

El Análisis de Varianza para la variable resistencia al frío indica que las familias presentan diferencias altamente significativas ($p \leq 0,01$).

Según la prueba de Tukey las familias N° 140 y 142 de Toorongo (7) de VIC están agrupadas con aquellas que poseen un 100% de árboles sanos y 100% de sobrevivencia, destacando entre ellas la familia N°140 con un buen crecimiento volumétrico.

INFOR

Cuadro Nº3

SOBREVIVENCIA, CRECIMIENTO Y DAÑO AL FOLLAJE A NIVEL DE PROCEDENCIAS

PROC.	LUGAR DE ORIGEN		SOBREV. (%)	ALT. (m)	DIAMET. (cm)	D^2H (cm^3)	DAÑO-FOLL grad. blis.	(1)	(2)
4	BROWN NIMMITABEL	NSW	71.09	1.21	2.21	668.00	28.26	*	
5	GLENBOG	NSW	70.98	1.25	2.35	802.44	25.48	**	
1	MAJORS P. EBOR	NSW	81.25	1.14	2.12	587.85	22.94	ns	
6	ERRINUNDRA	VIC	87.22	1.39	2.23	829.62	13.89	**	
3	TALLAGANDA	NSW	90.98	1.23	2.37	790.19	9.70	**	
2	BARRINGTON TOPS	NSW	91.67	1.19	2.32	722.51	8.45	*	
8	RUBICON	VIC	92.19	1.31	2.46	977.56	7.65	ns	
7	TOORONGO	VIC	94.14	1.48	2.72	1280.2	6.24	**	

(1) Diferencias estadísticas significativas entre familias dentro de la procedencia.
ns no significativo
* significativo alfa = 0.05
** muy significativo alfa = 0.01

(2) Barras indican grupos de medias daño follaje, sin diferencias significativas.
Prueba de Tukey, alfa = 0.005

Las familias Nº 69 y 86 de Brown Mt Nimmitabel (4) del Estado de NSW y Glenbog St. Forest (5) respectivamente, presentan la mayor intensidad de daño al follaje, con un alto número de árboles afectados por las heladas (Cuadro Nº4).

INFOR

Cuadro N°4

RESUMEN FAMILIAR (MAYOR Y MENOR RESISTENCIA AL FRIO)

RESISTENCIA (FAMILIAS)	N° FAMILIAS	SOBREVIVENCIA (%)	VOLUMEN (cm^3)	RESISTENCIA (GRAD.BLISS)	ARBOLES AFECTADOS (%)
MAS	140	100	1522.40	00.00	00.00
RESISTENTES	142	100	942.70	00.00	00.00
MENOS	69	62.50	712.68	39.28	68.80
RESISTENTES	86	59.40	821.09	38.20	59.40

Magnitud del Daño por Heladas

En el cuadro N°5, se presenta la distribución de los árboles según las categorías de daño al follaje.

Las procedencias de Victoria, Toorongo (7) y Rubicón (8), presentan el mayor porcentaje de árboles sanos, superior al 80%. En cambio, las procedencias de NSW, Majors Point Ebor (1) y Brown Mt Nimmitabel (4), presentan los mayores porcentajes de árboles afectados por el frío, distribuidos en todas las categorías de daño. Estos valores permiten caracterizarlas como muy susceptibles al frío.

Parámetros Genéticos

Componentes de Varianza

La variable resistencia al frío esta afectada por la procedencia como fuente importante de variación (7.84% de la variación total). La estimación de la varianza entre bloques no aportó a la variabilidad total, ya que la helada como factor ambiental tuvo un efecto homogéneo en todos los árboles del ensayo (Cuadro N°6).

La variabilidad tanto de las familias como de la interacción bloque*familia, tienen una importancia menor, dado que contribuyen en un menor porcentaje respecto de la variabilidad total. La interacción bloque*procedencia presenta un bajo valor por efecto del bloque.

INFOR

Cuadro Nº 5

FRECUENCIA DE ARBOLES (%) SEGUN CATEGORIAS DE DAÑO/PROCEDENCIA

PROCED. Nº	LUGAR DE ORIGEN		CATEGORIAS DE DAÑO				
			1	2	3	4	5
7	TOORONGO	VIC	85.28	6.26	1.49	1.18	5.79
8	RUBICON	VIC	81.25	9.38	1.56	0.00	7.81
3	TALLAGANDA	NSW	78.98	7.99	2.13	2.85	8.05
2	BARRINGTON TOPS	NSW	78.65	10.42	2.08	1.04	7.81
6	ERRINUNDRA	VIC	73.00	9.26	2.74	2.74	12.26
5	GLENBOG	NSW	58.48	7.14	2.68	2.24	29.46
4	BROWN NIMMITABEL	NSW	47.27	12.89	4.68	6.64	28.52
1	MAJORS POINT EBOR	NSW	39.58	22.40	15.63	5.20	17.19

Categorías de Daño al follaje : Categoría 1 : 0 % (sano), Categoría 2 : 1 - 10 %, Categoría 3 : 11 - 30 %, Categoría 4 : 31 - 90 %, Categoría 5 : > 90 %

Cuadro Nº6

COMPONENTES DE VARIANZA (%) RESPECTO DE LA VARIACION TOTAL EXPLICADA

Variable	Resistencia	Altura	Diámetro	Volumen
Vb	0.00	8.47	7.93	8.12
Vp	7.84	16.28	10.37	13.15
Vb*p	2.87	4.73	3.90	5.62
Vf	5.52	3.28	3.32	2.42
Vb*f	5.43	8.28	9.24	8.69
Ve	78.34	58.96	65.24	62.00

INFOR

Al analizar las variables dasométricas, altura, diámetro y volumen, se observa que la diferencia entre procedencias explica la mayor parte de la variabilidad; así mismo la interacción bloque*familia es una fuente muy importante de variación influenciado probablemente por el efecto bloque. La variabilidad entre bloques refleja la influencia del sitio.

En general el porcentaje de variación del error para las variables en estudio revela que existe un porcentaje de variabilidad debido a causas no precisadas, que probablemente sean atribuibles al ambiente.

Heredabilidad y Error Estándar

En el cuadro N°7 se entrega las varianzas entre bloques, entre familias, interacción bloque*familia y el error, que fueron utilizadas en la estimación de la heredabilidad individual para resistencia al frío, altura, diámetro y volumen.

Los promedios de las variables del crecimiento alcanzado en este estudio fueron: altura 1.3 m, diámetro 2.4 cm y volumen 832.3 cm^3. La sobrevivencia promedio fue de 84.9% fluctuando entre 71 y 94.1% segun procedencias y entre 53.1 y 100% según familias.

La heredabilidad individual estimada para la característica resistencia al frío (0.18 ± 0.02), significa que los árboles presentan a una edad juvenil (2 años), una moderada capacidad genética de resistir bajas temperaturas (Cuadro N°7).

Cuadro Nº 7

COMPONENTES DE VARIANZA Y PARAMETROS GENETICOS

Varianzas	Resistencia al Frío	Altura	Diámetro	Volumen
Bloque	0.000	0.008	0.037	40012.68
Familias	0.362	0.003	0.015	11909.96
Familias*Bloque	0.355	0.008	0.043	42850.05
Error	5.128	0.057	0.301	305503.00
Aditiva	1.034	0.009	0.044	34062.49
Fenotípica	5.845	0.076	0.396	400275.69
h^2	0.18±0.02	0.12±0.02	0.11±0.02	0.09±0.02
H^2	0.43	0.32	0.30	0.25

h^2 : Heredabilidad individual
H^2 : Heredabilidad familiar

INFOR

Los índices de heredabilidad para las variables dasométricas altura, diámetro y volumen fueron bajos. Estos valores menores se explicarían por la temprana edad de los árboles, dado que, los efectos ambientales que determinan la expresión de estos caracteres son significativamente importantes a esta edad.

Estas heredabilidades son semejantes a las estimadas por Purnell (1986) citado por Whiteman **et al**. en 1992, en **E. nitens**, que informaron valores bajos de heredabilidad para el diámetro (0.11) y la altura (0.27). Whiteman **et al.** (1992) indican valores de heredabilidad algo mayor a este estudio, para el diámetro (0.18 ± 0.06) y para la altura 0.23 ± 0.07 en **E. nitens** de 9 años de edad.

Correlación Genética y Fenotípica

Los coeficientes de correlación para las variables en estudio se resumen en el cuadro N°8:

Cuadro N°8

ESTIMACIONES DE LAS CORRELACIONES GENETICAS (r_A ± se: sobre la diagonal) Y FENOTIPICAS (r_p; bajo la diagonal) EN Eucalyptus nitens.

Variables	Resistencia (Daño al Follaje)	Altura	Diámetro	Volumen
Resistencia (Daño al Follaje)		-0.51 ± 0.07	-0.61± 0.08	-0.40 ± 0.08
Altura	-0.72 (**)		0.48 ± 0.01	0.76 ± 0.06
Diámetro	-0.70 (**)	0.79 (**)		0.94 ± 0.02
Volumen	-0.40 (*)	0.85 (**)	0.92 (**)	

(*) Significativo al 0.01
(**) Significativo al 0.001

Al analizar la correlación Fenotípicas, los resultados indican que árboles de menor desarrollo son más afectados por las heladas.

Se observa una asociación negativa entre daño al follaje y las características de crecimiento, siendo estas más significativas entre daño al follaje con la altura y

INFOR

diámetro, lo que significa que árboles más pequeños y de menor diámetro son más susceptibles a la heladas. Sin embargo la asociación negativa entre daño al follaje y el volumen no fue muy alta.

Las correlaciones fenotípicas entre las variables de crecimiento fueron positivas y estadísticamente significativas.

Desde el punto de vista genético la variable daño al follaje posee una heredabilidad relativamente moderada, que al relacionarla con las variables diámetro y altura determinan correlaciones genéticas intermedias.

CONCLUSIONES

Los resultados del ensayo de **Eucalyptus nitens**, al cabo de dos años de la plantación, marcan el comportamiento y la tendencia de las procedencias y familias a una mayor o menor adaptabilidad a sitios fríos. La variabilidad genética respecto a esta característica, esta en función del origen de las semillas.

Esta variabilidad ha sido refrendada por el análisis estadístico, tanto para las procedencias como las familias, en las cuales existen diferencias altamente significativas para la variable resistencia al frío, lo cual permite inferir distintos grados de susceptibilidad a las heladas.

En la selección de aquellas procedencias y familias con volumen interesante es fundamental considerar como prioritario aquellas de menor susceptibilidad al frío, reflejada en sobrevivencia y estado sanitario de los árboles.

De las 8 procedencias ensayadas, bajo condiciones ambientales severas, de fuertes heladas durante el invierno y primavera del año 1991; la procedencia Toorongo (7) de Victoria obtuvo los mejores resultados. Los árboles presentan, en promedio, bajo daño al follaje, alta sobrevivencia, el mayor porcentaje de árboles sanos y el mejor crecimiento en volumen. Estas características le confieren a la procedencia mencionada, un cierto grado de adaptabilidad a las condiciones de bajas temperaturas imperantes en el lugar del ensayo.

Las procedencias Brown Mt Nimmitabel (4), Glenbog St. Forest (5) y Majors Point Ebor (1) todas pertenecientes al estado de NSW, se agrupan como aquellas de mayor daño al follaje, presentan el mayor porcentaje de árboles afectados, alta mortalidad por efecto de las heladas y pésimo crecimiento en volumen. Estas respuestas le otorgan escasas posibilidades de adaptación en el sitio del ensayo.

INFOR

Respecto a las familias, las mejores desde el punto de vista de la resistencia a las heladas, sin duda corresponden a las familias N°140 y 142 de la procedencia Toorongo (7) de Victoria, dado que poseen un 100% de sobrevivencia a la helada, un 100% de árboles sanos y en el caso de la familia 140, esta se ve favorecida por tener buen crecimiento en volumen. Cabe señalar que 22 familias probadas de esta procedencia presentaron una incidencia baja, inferior al 15% de árboles afectados con daños al follaje, clasificados como incipiente y leve.

La característica resistencia al frío posee un valor de heredabilidad individual de 0.18 ± de 0.02, lo cual es moderadamente heredable al menos a los 2 años de edad; de mantenerse este nivel, indicaría que la vía asexual mediante propagación vegetativa sería la más adecuada para reproducir los mejores árboles, a fin de establecer plantaciones clonales tanto a nivel de procedencias como de familias seleccionadas, sin descartar la vía sexual mediante polinización controlada, lo cual permitiría obtener niveles importantes de ganancias genéticas.

La estimación de la heredabilidad para las variables: altura, diámetro y volumen resultaron bajas en esta edad juvenil. Lo que sugiere esperar ganancias también bajas a partir de la selección individual de los árboles.

Se sugiere instalar otros ensayos en la XI Región, ampliando la base genética de la procedencia más resistente, particularmente del lugar de origen de las familias N°140 y 142.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al señor José Antonio Prado D. por sus valiosas sugerencias en la revisión de este estudio; asimismo a los señores Carlos Alvear y Luis Apiolaza en su apoyo estadístico, también al señor Raúl Morales por su apoyo técnico en terreno.

INFOR

REFERENCIAS

Becker, A., 1984. Manual of Quantitative Genetic. Fourth Edition 190 p.

Chaperon, H., Hawy, PH. and Cauvin, B., 1991. Utilisation d'une Enceinte Climatique pour la Sélection des Pins au Froid artificiel: Aplication au Pin Hybride attenuata x radiata. Anales 1991 AFOCEL, 43-69 p.

Cook, I. O. and Ladiges, P. Y., 1991. Morphological Variation Within **Eucalyptus nitens** S. Lat. and Recognition of a News Species, **E. denticulata**. Aust. Syst Bot., 4; 375 - 390.

Darrow, W. K., 1984. Provenance Studies of Frost Resistant Eucalyptus in South Africa. South African Forestry Journal, 129: 31- 39.

Falconer, D. S., 1981. Introducction of Quantitative Genetic. Longman. Londres, 2a. ed., 340 p.

FAO, 1981. Eucalyptus for Planting. Rome. FAO Forestry Series Nº11. 77 p.

García, X., 1992. Estimadores del Valor Genético Aditivo en Animales. I Una fuente de información. Publicación Docente Nº14 Departamento de Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. 149 p.

IREN, 1979. Suelos y Erosión. Tomo I 7 -35 p. y Tomo II 126 - 130 p.

Lembke, C. A., 1977. Forest Products Ltd. Turns to Eucalypt. Aust. For. Ind. Jour., 43(7) : 26 -31 p.

Pederick, L.A., 1979. Natural Variation in Shining gum (**Eucalyptus nitens**). Australian Forest Research, 9: 41-63p.

Scarascia-Mugnozza, G., S/F. I Meccanismi Fisiologici del Danno da Gelo En : Giordano et al., Il Danno da Freddo nel Genere Eucalyptus. IPRA 33. Instituto Biologico-Selvicolturale dell'Universita' Degli Studi Della Tuscia, Viterbo. Italia. pp 7-16.

Stakman, E.C. and Harrar, J.G., 1963. Principios de Patología Vegetal. Editorial Universitaria de Buenos Aires. 603 p.

Tibbits, W. N. and Reid, J. B., 1987. Frost Resistence in **Eucalyptus nitens** (Deane/ Maiden) Maiden: Genetic and Seasonal Aspects of Variation. Aust. For. Res., 17: 29 - 47.

INFOR

Walker, J. C., 1965. Patología vegetal. Ed. Omega S.A. 818 p.

Whiteman, P. H., Dean, C. A., Doran, J. C. and Cameron, J. N., 1991. Genetic Parameters and Selection Strategies for **Eucalyptus nitens** (Dean and Maiden) in Victoria. Silvae Genetica, 41 (2): 77 - 81.

INFOR

INTRODUCCION DE ESPECIES EN SECTORES DE ALTITUD. EVALUACION AL TERCER PERIODO DE CRECIMIENTO

Claudio Castro G. (*)
Juan C. Cisternas (**)

RESUMEN

En 1989 se estableció un ensayo de introducción de especies en sectores de altitud. El objetivo fue determinar la respuesta en sobrevivencia y crecimiento de cuatro especies que por sus analogías edafo-climáticas con sus áreas de origen son adecuadas para establecer, en dos predios de Forestal Mininco S.A., ubicados a una altitud superior a los 900 msnm.

Las especies ensayadas fueron ***Eucalyptus delegatensis***, ***E. gunnii***, ***E. nitens*** *y* ***Nothofagus alpina*** *en el predio Las Malvinas; y* ***E. delegatensis***, ***E, gunnii***, ***E. nitens*** *y* ***Pseudotsuga menziesii*** *en Los Alpes.*

Al cabo de tres períodos de crecimiento las especies con mayores respuestas en sobrevivencia y crecimiento fueron ***E. nitens*** *y* ***E. gunnii*** *en Las Malvinas y* ***P. menziesii y E. nitens*** *en Los Alpes.*

(*) Ingeniero Forestal. Encargado Regional.
Departamento de Desarrollo Silvícola.
Forestal Mininco S.A.
(**) Ingeniero Forestal. Asesor.
Departamento de Desarrollo Silvícola.
Forestal Mininco S.A.

INFOR

INTRODUCCION

Forestal Mininco S.A., con un patrimonio superior a las 420.000 hectáreas, posee alrededor de 12.000 hectáreas en sectores cuya altitud supera los 900 msnm, y que en la actualidad no tiene un uso productivo debido, tanto, al bajo potencial de la vegetación nativa como al escaso crecimiento obtenido con plantaciones de rápido crecimiento y que en el caso de **Pinus radiata** D. Don, no supera los 15 m³/ha/año.

La necesidad de incrementar la capacidad productiva de esta superficie motivó a Forestal Mininco S.A., a través del Departamento de Desarrollo Silvícola, a implementar un estudio denominado "Introducción de Especies en Sectores de Altitud".

OBJETIVO

Evaluar la respuesta en sobrevivencia y crecimiento de distintas especies forestales que por sus analogías edáficas y climáticas con sus áreas de origen, son aptas para forestar las zonas de estudio.

METODOLOGIA

La instalación de los ensayos se realizó en 1989 en los fundos de Forestal Mininco S.A., que se caracterizan en el Cuadro Nº 1.

INFOR

Cuadro Nº 1.

UBICACIÓN AREA DE ESTUDIO.

Fundo	Las Malvinas	Los Alpes
Altitud (msnm)	1.010	1.100
Latitud (S)	38° 00´	37° 45´
Longitud (W)	71° 05´	72° 05´
Pp. media anual	1.750	2.100
Grupo de suelo	Trumao	Metamórfico
Serie de suelo	Sta. Bárbara	Nahuelbuta
Capacidad de uso	VII	VII
Acceso	37 Km al sureste de Mulchén	32 Km al Oeste de Angol
Región	Octava	Novena

El diseño estadístico aplicado al estudio fue el de bloques completos al azar (Steel y Torrie, 1985). En cada bloque se establecieron 4 especies con tres réplicas distribuidas al azar. Cada réplica constituyó una parcela de 60 plantas. La identificación de las especies ensayadas se puede apreciar en el cuadro Nº 2.

Cuadro Nº 2.

ESPECIES POR FUNDO.

FUNDO	ESPECIE	PROCEDENCIA	
Los Alpes	**Eucalyptus gunnii**	Cradle Mount	TAS.
	E. delegatensis	Roses Tiers	TAS.
	E. nitens	Tallaganda	NSW.
	Pseudotsuga menziesi	Villarrica	Chile
Las Malvinas	**E. gunnii**	Cradle Mount	TAS.
	E. delegatensis	Roses Tiers	TAS.
	E. nitens	Tallaganda	NSW.
	Nothofagus alpina	Valdivia	Chile

INFOR

En cada predio se establecieron dos bloques de 4.800 m² definidos según exposición (norte - sur), en sectores con pendientes no mayor a 5%. En cada bloque se realizó un roce y posterior arrumado del material original para permitir la plantación, la cual se hizo con pala neolandesa a un espaciamiento de 2 x 2 m. El tipo de planta usada fue en contenedores 1/0 para las especies del género **Eucalyptus**, en tanto que Raulí fue 1/2 y Pino Oregón 1/3, ambas últimas a raíz desnuda. No se hizo preparación de suelo.

Las variables evaluadas al tercer año fueron Sobrevivencia (S), Factor de Productividad (FP) e Incremento Relativo del Factor de Productividad (I), en donde:

$$FP = D^2H$$

$$I = \frac{(D_2^2H_2 - D_1^2H_2)}{D_1^2H_1} \times S$$

D_1 = Diámetro de cuello al plantar (cm).
D_2 = Diámetro de cuello al tercer año (cm).
H_1 = Altura total al plantar (m).
H_2 = Altura total al tercer año (m).
S = Sobrevivencia (%).

RESULTADOS

En el Cuadro Nº 3 se observan los valores promedios de diámetro y altura al momento de la plantación y al tercer año, con su respectiva inferencia estadística.

INFOR

Cuadro Nº 3.

VARIABLES DE ESTADO PROMEDIO POR ESPECIES.

FUNDO ESPECIE	DIAMETRO (cm)		ALTURA (m)	
	1989	1992	1989	1992
LOS ALPES				
E. gunnii	0,5 b	2,4 c	0,3 b	1,2 b
E. delegat.	0,5 b	3,4 b	0,3 b	0,8 b
E. nitens	0,5 b	4,3 b	0,3 b	1,1 b
P. menziesii	1,3 a	6,2 a	0,4 a	2,1 a
LAS MALVINAS				
E. gunnii	0,6 b	4,9	0,4 a	2,7 a
E. delegat.	0,3 c	4,9	0,2 c	1,8 b
E. nitens	0,5 bc	5,1	0,3 bc	3,9 a
N. alpina	1,1 a	-	0,4 ab	-

Las letras iguales unen grupos homogéneos de acuerdo al Test de Duncan con un nivel de significancia $P \leq 0.05$.

En el Cuadro Nº 4 se pueden apreciar los resultados de sobrevivencia, crecimiento (D^2H) e Incremento Relativo del Factor de productividad (I).

INFOR

Cuadro Nº 4.

SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO AL TERCER AÑO (VALORES PROMEDIOS POR HECTÁREA).

FUNDO	ESPECIE	SOBREVIV. (%)	D^2H (m^3)	I (%)
Los Alpes	**E. gunnii**	17,6 ^{c}	0,4 ^{c}	0,6 ^{c}
	E. delegat.	23,4 ^{bc}	0,4 ^{c}	2,3 ^{b}
	E. nitens	35,7 ^{b}	1,6 ^{b}	6,5 ^{a}
	P. menziesii	67,9 ^{a}	11,7 ^{a}	2,7 ^{b}
Las Malvinas	**E. gunnii**	84,4 ^{a}	13,7 ^{a}	4,6 ^{b}
	E. delegat.	40,0 ^{b}	4,6 ^{b}	2,3 ^{c}
	E. nitens	64,3 ^{a}	14,2 ^{a}	7,9 ^{a}
	N. alpina	0,0	-	-

Las letras iguales unen grupos homogéneos de acuerdo al Test de Duncan con un nivel de significancia $P \leq 0.05$.

DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados mostrados en el Cuadro Nº 3, las variables de estado en 1989 presentan diferencias significativas por tanto es muy probable, tal como lo plantean Cisternas y Jara (1990), que la evolución futura del Factor de Productividad resulte afectado por diferencias iniciales que no son atribuibles al estudio. Ante una situación parecida estos autores modificaron el Factor de Productividad transformándolo en un indicador de incremento denominado Incremento Relativo del Factor de Productividad (I), el que ha sido usado en numerosos estudios (Castro, 1993; Castro y Cisternas, 1993; Cisternas y Jara, 1990; Departamento de Desarrollo Silvícola, 1990).

La síntesis de la sobrevivencia presentada en el Cuadro Nº 4 indica que, en general, la mortalidad es alta. Sólo **E. gunnii** en Las Malvinas y **P. menziesii** en Los Alpes, alcanzan los niveles de sobrevivencia más altos de 84,4 y 67,9%, respectivamente. Esta situación, debe asociarse a condiciones climáticas adversas y particularmente a la escasa aplicación de técnicas de plantación o de preparación

INFOR

de sitio, las cuales evidentemente facilitan el establecimiento y posterior desarrollo de las plantas, particularmente las del género **Eucalyptus** (Mc Kimm y Flinn, 1979).

Al respecto Forestal Mininco S.A., implementó en 1989, en forma paralela y simultánea a este estudio, un ensayo de técnicas de establecimiento con 6 especies del género **Eucalyptus** entre las cuales estaban las mismas especies y procedencias aquí analizadas y en el que se probaron diferentes técnicas de preparación de sitio, control de malezas y fertilización. Los resultados de sobrevivencia de todas las especies superaron el 80% para una condición edafo-climática muy parecida a la del fundo Las Malvinas (Departamento de Desarrollo Silvícola, 1990).

En cuanto a **Nothofagus alpina**, debe recordarse que es una especie considerada de tolerancia intermedia y por tanto necesitada de un dosel protector para establecerse adecuadamente. Garrido (1981), señala que la sobrevivencia de raulí es muy baja al plantarse a campo descubierto, y en este sentido las condiciones del ensayo no contemplaron los requerimientos necesarios para una respuesta más favorable de esta especie.

Lo anteriormente expuesto señala la importancia que tienen las labores culturales en el establecimiento de las plantaciones y deja manifiesto que, en el caso de las especies ensayadas en este estudio, los resultados de sobrevivencia no deben asociarse necesariamente a una incompatibilidad de las especies a las condiciones del medio.

Los resultados del Factor de Productividad, deben ser considerados bajos si se comparan con los obtenidos por el estudio de Técnicas de Establecimiento, en el cual, los peores tratamientos superan los 15 m^3/ha al tercer año de crecimiento. Sin embargo, la comparación no debe ser tan rigurosa por cuanto se trata de condiciones de establecimiento muy diferentes. Es probable que la productividad de **E. nitens** pudiera compararse con los resultados de un estudio de procedencia realizado en Sudáfrica, en el cual la procedencia de Tallaganda presenta un crecimiento de 15,6 m^3/ha al tercer año (Purnell y Lundquist, 1986), desafortunadamente el estudio señala características climáticas del área de estudio.

Tal vez, es en el Incremento Relativo del factor de Productividad (I) en donde se presentan los resultados más interesantes, por cuanto permite discernir cuales son las especies que se están adaptando y desarrollando en mejores condiciones (Cuadro Nº 4).

Los resultados de incremento indican que es **E. nitens** la especie que presenta una mejor adaptación a las condiciones del área de estudio y desde el punto de vista de la productividad es la especie con mayor potencial productivo, situación que ha sido señalada en diversos estudios (Cisternas y Jara, 1990; Departamento de

INFOR

Desarrollo Silvícola, 1990; Instituto Forestal, 1986). En un rango de adaptación intermedia se ubican **E. gunnii** en el fundo Las Malvinas; y **P. menziesii** en Los Alpes, cuyos valores son significativamente menores a los de **E. nitens**.

REFERENCIAS

Castro, C., 1993. Introduccción de Especies en Sectores de Altitud en Precordillera Andina y Vertiente Oriental de la Cordillera de Nahuelbuta. Tesis Ing. Forestal. Fac. de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 50p.

Castro, C. y Cisternas, J., 1993. Introducción de Especies en Sectores de Altitud. Informe de Avance. Departamento de Desarrollo Silvícola. Forestal Mininco S.A. Nº 82. 19p.

Cisternas, J. y Jara, V., 1990. Ensayo de Procedencia con Especies del Género **Eucalyptus** en C.M.P.C. Informe de Avance. Departamento de Desarrollo Silvícola. Forestal Mininco S.A., Nº 53. 31 p.

Departamento de Desarrollo Silvícola, 1990. Introducción de Especies en Sectores de Altitud. Informe de Avance. Forestal Mininco S.A. Nº 55. 13 p.

Garrido, F., 1981. Los Sistemas Silviculturales Aplicables a los Bosques Nativos Chilenos. Documento del Trabajo Nº 39. Proyecto FO:DP/CHI/76/003. Santiago. Chile. 61 p.

Instituto Forestal, 1986. Especies Forestales Exóticas de Interés Económico para Chile. Corporación de Fomento de la Producción. Gerencia de desarrollo AF 86/32. Santiago. Chile. 168 p.

Mc Kimm., J. and Flinn, D., 1979. Eucalyps Species, Site Preparation and Fertilizers Requeriments for Reforestation of the Toorongo Plateau in Central Victoria. Aus. For., 42(2): 212-225.

Purnell, R. and Lundquist, J., 1986. Provenance Variation of **Eucalyptus nitens** of the Eastern Transvaal Highved in South Africa. Suid Afrikaanse Basboyty Dskrif., 138:23-31.

Steel, R. y Torrie, F., 1985. Bioestadística. Principios y Procedimientos. 2ª Edición. Editorial Mc Graw-Hill Latinoamericana S.A. Bogotá, Colombia. 622 p.

INFOR

TECNICAS DE ESTABLECIMIENTO PARA Eucalyptus cladocalyx y Eucalyptus camaldulensis EN LA ZONA ARIDA Y SEMIARIDA DE CHILE.

Johannes Wrann H. (*)
Fernando Andrade V. (**)
Carlos Alvear S. (***)

RESUMEN

*Se hace una referencia a ensayos de técnicas de establecimiento para las especies **Eucalyptus cladocalyx** y **Eucalyptus camaldulensis**, a fin de aportar antecedentes para la expansión de la forestación en el secano interior.*

*Con **Eucalyptus cladocalyx**, se concluyó la necesidad de buscar alternativas de uso de aguas temporales, como cosecha de aguas lluvia, para el establecimiento de plantaciones en la zona árida de 220 mm de precipitación anual. Experiencias preliminares indican que estas técnicas son promisorias para lograr la forestación.*

*Se analizan ensayos de técnicas de establecimiento de **Eucalyptus camaldulensis** en el secano interior de Colchagua (VI Región) de condiciones semiáridas. Sin perjuicio de tener que afinar algunas técnicas, los resultados indican que es posible establecer esta especie usando técnicas intensivas de establecimiento y seleccionando adecuadamente los sitios a forestar.*

(*) Ingeniero Forestal, Instituto Forestal. Santiago, Chile.
(**) Técnico Forestal, Instituto Forestal. Santiago, Chile
(***) Médico Veterinario, Doctorado en Ciencias Agrarias. Instituto Forestal. Santiago, Chile.

INFOR

INTRODUCCION.

La zona centro-norte y central de Chile, de clima árido a semiárido, representa un medio difícil para el establecimiento de plantaciones forestales. Estas condiciones limitantes para la forestación se acentúan en el secano interior, sin una influencia directa del mar.

Con el objeto de buscar alternativas de uso forestal para esta zona marginal, INFOR está desarrollando un proyecto de investigación silvícola, basado en experiencias de selección de especies iniciado en 1962. El área de estudio es el secano interior de las Regiones Administrativas IV a VII, entre los ríos Limarí (30° 30' LS) a Maule (35° 30' LS) con una superficie de 2,5 millones de hectáreas. En la Figura Nº 1 se muestra el secano interior, delimitado entre las cumbres más altas de la cordillera de la costa y el llano central (o el comienzo de la precordillera de Los Andes en la zona al norte del río Aconcagua).

Una de las actividades más importantes del proyecto en desarrollo ha sido el ensayo de técnicas de establecimiento para la forestación. Basado en experiencias del extranjero (Backstrom, 1981; Schönau **et al.**, 1981; Boden, 1984; Sachs, com pers; Schönau, 1984 a-b), se estan desarrollando varios ensayos en el área de estudio. En este artículo se analizan las experiencias de técnicas de establecimiento con dos especies promisorias para la región: **Eucalyptus cladocalyx** en el norte y **Eucalyptus camaldulensis** en el sur.

NORTE DEL AREA DE ESTUDIO:

Antecedentes:

Los resultados del proyecto de introducción de especies del Instituto Forestal, iniciado en los años sesenta, muestran que esta especie presenta buena adaptación a las condiciones de sitio de la IV Región (CORFO-INFOR, 1986). En un ensayo establecido a mediados de los años 60 en la localidad de El Peralillo, cercano a Illapel, el **Eucalyptus cladocalyx** mostró una adaptación sorprendente, aún cuando no se practicaron técnicas intensivas de establecimiento. No obstante que el principal

INFOR

objetivo de la forestación en la zona árida es la producción de productos menores (leña, postes, carbón), esta especie presenta propiedades físicas y forma de fuste aptos para usos como madera estructural (Pérez, 1982).

Por esta razón se le ha seleccionado como una de las especies de mayor interés para la IV región, donde el Instituto Forestal, desde 1987, está desarrollando experiencias de establecimiento.

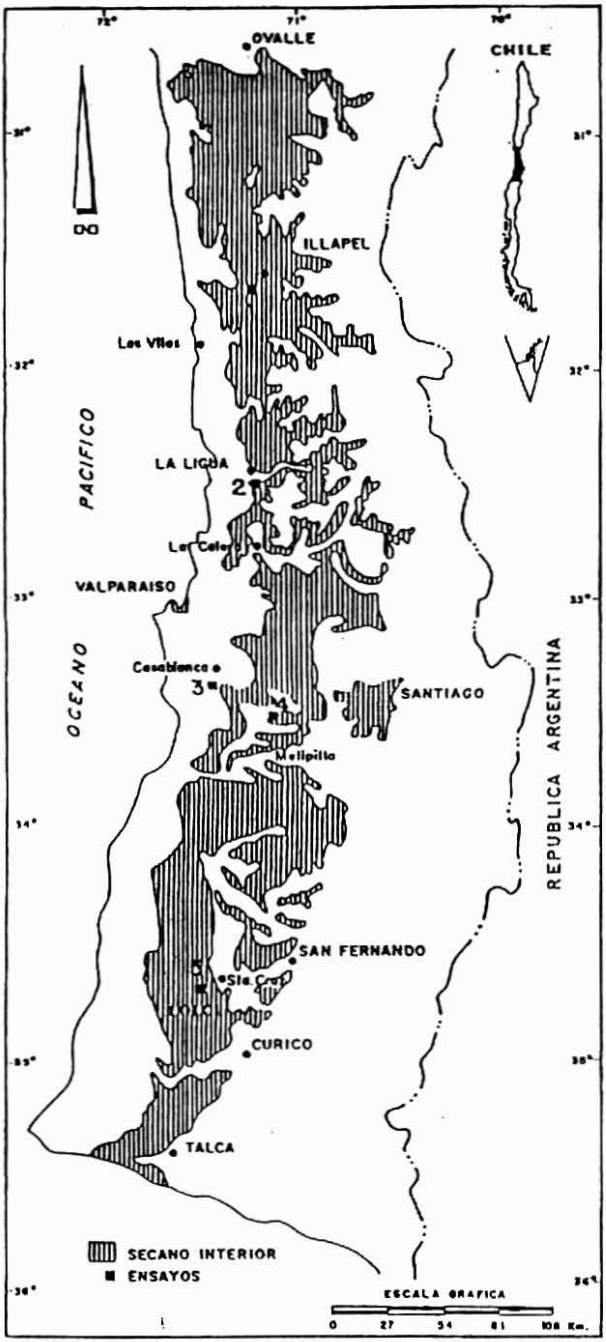
Características Ambientales

El clima corresponde al tipo de Estepa con gran sequedad atmosférica "BST" según Koeppen (Fuenzalida, 1965a) o al tipo Mediterráneo Arido según Emberger (Di Castri y Hajek, 1976). Se caracteriza por una precipitación invernal que en promedio alcanza 215 mm y un largo período seco de 8 a 11 meses por año. La evaporación de bandeja anual es de 1.676 mm (INIA, 1989). Son frecuentes los períodos de sequía de uno o más años. En el trienio 1988-90 se registraron en la estación meteorológica que INFOR posee en Illapel, precipitaciones anuales entre 50 y 150 mm.

Los suelos son aridisoles de origen granítico de transición entre pardo cálcicos a pardo no cálcicos (Rovira, 1984; Fuenzalida, 1965b). En el ensayo de Bellavista, a que se hará referencia, el suelo tiene las características siguientes: profundidad de 60-80 cm; textura del horizonte superior franco arcillosa; bajo contenido de materia orgánica (0,6%); contenidos de N-P-K-B en horizonte superior: 13-17-382-0.93 ppm, respectivamente. La densidad aparente es de 1,35 - 1,40 g/cm^3 y el pH de 7,2-7,5.

La vegetación natural existente en el área es una estepa de **Acacia caven** de baja densidad, acompañada de un estrato arbustivo bajo dominado por **Gutierrezia paniculata** ("pichanilla"). Hay formaciones xerofiticas (Puya sp., Cereaus sp.). También se encuentran **Fluorenzia thurifera, Colletia spinosa** y **Schinus molle**.

INFOR



LUGARES DE ENSAYO MAS IMPORTANTES

1. Bellavista (Illapel)
2. La Rinconada (La Ligua)
3. Mel - Mel (Casablanca)
4. Chorombo (Melipilla)
5. Nerquihue (Sta. Cruz)

Figura Nº 1.

INFOR

Ensayo metodos de plantación.

Objetivo

El objetivo de este ensayo es determinar las técnicas de establecimiento que aseguren la sobrevivencia y mayor desarrollo de **Eucalyptus cladocalyx**, en las condiciones adversas de clima y suelo del lugar.

Metodología

En el predio Bellavista (31° 40' Lat, 71° 14' Long, alt 350 msnm) se estableció en 1987 un ensayo de métodos de plantación que combina tres tratamientos de preparación de suelo: hoyo, surco y subsolado, (con arado de discos y subsolador tirado por tractor agrícola, respectivamente) con tres niveles de mejoramiento: testigo, control de malezas y fertilización, en un diseño factorial 3 x 3, dispuesto en bloques con tres repeticiones y una unidad experimental de 25 plantas a 3 x 3 m.

El control de malezas consistió en eliminar la vegetación competidora alrededor de la planta, hasta una distancia de 1 m, para lo que se empleó Grammoxone al 2%. Este control se realizó la primavera siguiente a la plantación y también al año siguiente, en la misma época, pero en forma manual.

La fertilización se realizó dos semanas después de la plantación, aún en la época lluviosa. En cada planta se aplicó una mezcla de urea-superfosfato triple-sulfato de potasio: 110 g (46% N) - 50 g (20,1% P) - 50 g (50% N). Al año siguiente, en igual época, se repitió la aplicación.

Se aplicaron siete riegos de 4 litros por planta entre Enero de 1988 y Marzo de 1989, debido a las escasas precipitaciones que se presentan en el período.

En Octubre 1989, Agosto 1992 y Septiembre 1993, a la edad de 2; 5 y 6 años respectivamente se midió el ensayo. Las variables medidas fueron: sobrevivencia, altura y diámetro basal del fuste (a 10 cm de altura del suelo). En la última medición se tomó una muestra del diámetro a la altura del pecho (DAP), que se usó para estimar una regresión lineal en relación al diámetro basal.

Resultados

Los resultados a la evaluación de dos años (medición año 1989) y publicados en 1990 (Wrann, 1990) muestran una respuesta positiva a los tratamientos más intensivos. Todos los tratamientos presentaron una sobrevivencia alta (80 % ó más).

INFOR

El crecimiento fue mejor en el tratamiento de surco con fertilizante y control de malezas. De acuerdo a la evaluación citada, los factores aislados de mayor importancia fueron el control de malezas y la fertilización.

El período de sequía de tres años (años 1988 a 1990) afectó fuertemente a la plantación, alterando los resultados de crecimiento de individuos y bloques. Para uno de los tratamientos ensayados, se observan diferencias de 325 % entre promedios. Esta heterogeneidad impide visualizar diferencias estadísticas entre tratamientos.

El efecto de la sequía en la plantación se resume en el Cuadro Nº 1, mostrando la plantación una alta sobrevivencia inicial. A la edad de 5 años, disminuyó a valores entre 54 a 55 % para el promedio de tratamientos en cada preparación de suelo (hoyo - subsolado). Coincidente con el mejoramiento de las precipitaciones a partir de esa edad, la sobrevivencia se estabilizó entre los 5 a 6 años. El crecimiento inicial tuvo un ritmo lento, alcanzando alturas de 2,3 a 2,6 m a la edad de 5 años. Sin embargo, en el período edad de 5 a 6 años, con precipitaciones normales, el crecimiento fue de 1 a 1,3 m. Análogamente se puede apreciar una recuperación fuerte en el crecimiento diamétrico. Como referencia se anotan en las columnas finales los datos de área basal referidos a la hectárea.

Cuadro Nº 1

Eucalyptus cladocalyx - ENSAYO DE MÉTODOS DE PLANTACIÓN. DESARROLLO ANTES Y DESPUÉS DEL PERÍODO DE SEQUÍA (LÍMITE 5 AÑOS EDAD).

TRATAMIENTO	SOBREVIVENCIA (%)			ALTURA (m)			DIAMETRO BASAL (cm)			AREA BASAL m²/ha (**)		
	EDADES AÑOS											
	2	5	6	2	5	6	2	5	6	2	5	6
HOYO (*)	84	54	54	1.12	2.31	3.30	1.9	3.6	5.5	—	0.37	0.80
SURCO (*)	83	64	64	1.29	2.64	3.90	2.4	4.4	6.5	—	0.63	1.26
SUBSOLADO(*)	86	55	55	1.11	2.57	3.60	2.0	4.2	5.8	—	0.40	0.84

(*) Equivale al promedio de los tratamientos testigo, control de malezas y fertilización.
(**) Equivale al total de las parcelas testigo, control de malezas y fertilización para el respectivo tratamiento de suelo

INFOR