UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
Departamento Silvicultura

EFECTO DE DIFERENTES CALIDADES DE PLANTAS DE LAS ESPECIES Eucalyptus globulus Labill., Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco y Pinus radiata D. Don ESTABLECIDAS EN DISTINTAS EXPOSICIONES Y POSICIONES EN LA PENDIENTE

MEMORIA DE TITULO PRESENTADA A LA FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES DE LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCION PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO FORESTAL

CLAUDIA SUSANA BASSABER ESCARATE

1993

EFECTO DE DIFERENTES CALIDADES DE PLANTAS DE LAS ESPECIES Eucalyptus globulus Labill., Pseudotsuga menziessii (Mirb.) Franco y Pinus radiata D. Don ESTABLECIDAS EN DISTINTAS EXPOSICIONES Y POSICIONES EN LA PENDIENTE

Profesor Asesor

René Escobar Rodríguez
Técnico Forestal
Profesor Asociado

Director Departamento
Silvicultura

Gastón González Vargas
Ingeniero Agrónomo M.Sc.

Decano Facultad Ciencias
Forestales

Dr. Jaime Millán Herrera
Ingeniero Forestal

Agradecimientos.

Mis agradecimientos a todos aquellos que apoyaron, directa o indirectamente, la ejecución de esta Memoria, en especial a:

- La Empresa Forestal Tornagaleones Ltda., patrocinadora de este estudio,

- Don René Escobar R., profesor guía, por su apoyo y permanente estímulo,

- Don Miguel Espinosa B., por su colaboración y valiosos aportes al desarrollo del tema,

- Al personal docente, administrativo y auxiliar del Depto. de Ciencias Forestales, Facultad de Ciencias Agronómicas, Veterinarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Chillán.

A todos ellos hago llegar mis más sinceros sentimientos de aprecio y gratitud.

A MIS PADRES

INDICE DE MATERIAS

	Pág.
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS	3
2.1 Antecedentes Generales	3
2.2 Evaluación de la calidad de plantas	4
2.2.1 Atributos Materiales	5
2.2.2.1 Altura de Plantas	6
2.2.1.2 Diámetro de cuello	12
2.2.1.3 Relación tallo-raíz	16
2.2.1.4 Relación altura/diámetro o cuociente de vigor	18
2.2.1.5 Indice de calidad de Dickson	18
2.2.2 Atributos de Comportamiento	19
2.2.2.1 Potencial de crecimiento radicular	19
2.2.2.2 Resistencia a heladas	20
a) Radio de Impedancia	21
b) Método de la Conductividad Difusa	21
2.2.2.3 Resistencia al Estrés	22
2.2.2.4 Factores Fisiográficos	24
III. MATERIAL Y METODOS	25
3.1 Descripción del área de estudio	25
3.2 Descripción del estudio	26
3.2.1 Descripción de los ensayos	27
3.2.2 Diseño Experimental	29
3.3 Evaluación de los ensayos	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	33
4.1 Estudio A: Efecto de la interacción Posición Fisiográfica - Calidad de planta	33
4.1.1 Eucalyptus globulus	33
4.1.1.1 Supervivencia	33
4.1.1.2 Diámetro de cuello	38
4.1.1.3 Altura de plantas	43
4.1.2 Pseudotsuga menziesii	47

Pág.
4.1.2.1 Supervivencia..... 47
4.1.2.2 Diámetro de cuello..... 49
4.1.2.3 Altura de plantas..... 53

4.1.3 Pinus radiata..... 57
4.1.3.1 Supervivencia..... 57
4.1.3.2 Diámetro de cuello..... 61
4.1.3.3 Altura de plantas..... 63

4.2 Estudio B: Efecto de la interacción exposición-posición en la pendiente-calidad de planta..... 67

4.2.1 Eucalyptus globulus..... 67
4.2.1.1 Supervivencia..... 67
4.2.1.2 Diámetro de cuello..... 73
4.2.1.3 Altura de plantas..... 81

4.2.2 Pseudotsuga menziesii..... 84
4.2.2.1 Supervivencia..... 84
4.2.2.2 Diámetro de cuello..... 91
4.2.2.3 Altura de plantas..... 98

4.2.3 Pinus radiata..... 107
4.2.3.1 Supervivencia..... 107
4.2.3.2 Diámetro de cuello..... 110
4.2.3.3 Altura de plantas..... 116

V. CONCLUSIONES..... 122

VI. RESUMEN..... 126
SUMMARY..... 128

VII. BIBLIOGRAFIA..... 130

ANEXOS

APENDICES

INDICE DE TABLAS

Pág.

En Texto:

1 Condiciones fisiográficas de las zonas de estudio..... 27

2 Rangos de diámetro de cuello para los distintos tipos de plantas, por especie..... 28

3 Valores medios de supervivencia, diámetro de cuello, altura de plantas e incrementos de ambas variables, por factor, en las temporadas de evaluación que se indican para Eucalyptus globulus..... 34

4 Valores medios de incremento en diámetro de Eucalyptus globulus para la interacción posición fisiográfica-calidad de plantas en el período 1988-1989..... 42

5 Valores medios de supervivencia,diámetro de cuello, altura de plantas e incrementos de ambas variables, por factor y en las temporadas de evaluación que se indican para la especie Pseudotsuga menziesii..... 48

6 Valores medios de altura de Pseudotsuga menziesii para la interacción posición fisiográfica - calidad de plantas en Marzo de 1991..... 56

7 Valores medios de incremento en altura de plantas de Pseudotsuga menziesii para la interacción posición fisiográfica - calidad de plantas en el período 1988-1991..... 57

8 Valores medios de supervivencia,diámetro de cuello, altura de plantas e incrementos de ambas variables, por factor y en las temporadas de evaluación que se indican para la especie Pinus radiata..... 58

9 Valores medios de supervivencia, diámetro de cuello, altura de plantas e incrementos de ambas variables, por factor, en las temporadas de evaluación que se indican para Eucalyptus globulus..... 68

Pág.

10 Valores medios de supervivencia para la interacción exposición - posición en la pendiente de Eucalyptus globulus en Marzo de 1991..... 72

11 Valores medios de diámetro de cuello de Eucalyptus globulus para la interacción exposición - posición en la pendiente a Marzo de 1989..... 78

12 Valores medios de incremento en diámetro de cuello de Eucalyptus globulus para la interacción exposición - posición en la pendiente en el período 1988-1989..... 78

13 Valores medios de supervivencia,diámetro de cuello, altura de plantas e incrementos de ambas variables, por factor y en las temporadas de evaluación que se indican para la especie Pseudotsuga menziesii..... 85

14 Valores medios de supervivencia para la interacción exposición - posición en la pendiente de Pseudotsuga menziesii en Marzo de 1989..... 90

15 Valores medios de supervivencia para la interacción exposición - posición en la pendiente de Pseudotsuga menziesii en Marzo de 1990..... 91

16 Valores medios de diámetro para la interacción exposición - posición en la pendiente de Pseudotsuga menziesii en Marzo de 1991.. 93

17 Valores medios de diámetro de cuello de Pseudotsuga menziesii para la interacción exposición - calidad de plantas a Marzo de 1989..... 94

18 Valores medios de incremento en diámetro de Pseudotsuga menziesii para la interacción exposición - posición en la pendiente en el período 1988-1989..... 97

19 Valores medios de incremento en diámetro de Pseudotsuga menziesii para la interacción exposición - posición en la pendiente en el período 1988-1991..... 97

Pág.

20 Valores medios de altura de plantas de Pseudotsuga menziesii para la interacción exposición - calidad de plantas en Marzo de 1989..... 99

21 Valores medios de altura de plantas de Pseudotsuga menziesii para la interacción exposición - posición en la pendiente en Marzo de 1989..... 101

22 Valores medios de incremento en altura de Pseudotsuga menziesii para la interacción exposición - posición en la pendiente en el período 1988-1989..... 104

23 Valores medios de incremento en altura de Pseudotsuga menziesii para la interacción exposición - posición en la pendiente - calidad de plantas en el período 1988-1989. 105

24 Valores medios de incremento en altura de Pseudotsuga menziesii para la interacción exposición - posición en la pendiente en el período 1988-1991..... 106

25 Valores medios de supervivencia,diámetro de cuello, altura de plantas e incrementos de ambas variables, por factor y en las temporadas de evaluación que se indican para la especie Pinus radiata..... 108

26 Valores medios de diámetro de cuello de Pinus radiata para la interacción exposición - posición en la pendiente en Marzo de 1991..... 112

27 Valores medios de incremento en diámetro de Pinus radiata para la interacción exposición/posición en la pendiente en el período 1988-1989..... 116

28 Valores medios de incremento en diámetro de Pinus radiata para la interacción exposición/posición en la pendiente en el período 1988-1991..... 116

29 Valores medios de incremento en altura de Pinus radiata para la interacción exposición / calidad de plantas en el período 1988-1989..... 120

En Apéndices:

1 Valores promedio para las distintas variables morfológicas en plantas de Eucalyptus globulus para las diferentes calidades de plantas.

2 Valores promedio para las distintas variables morfológicas en plantas de Pseudotsuga menziesii para las diferentes calidades de plantas.

3 Valores promedio para las distintas variables morfológicas en plantas de Pinus radiata para las diferentes calidades de plantas.

4 Contenidos de diferentes elementos en el follaje de Eucalyptus globulus medidos en Marzo de 1989.

5 Contenidos de diferentes elementos en el follaje de Pseudotsuga menziesii medidos en Marzo de 1989.

6 Contenidos de diferentes elementos en el follaje de Pinus radiata medidos en Marzo de 1989.

7 Resultados de análisis físico de suelos para los diferentes ensayos. Sistema U.S.D.A.

8 Resultados de análisis físico de suelos para los diferentes ensayos. Sistema Internacional.

9 Resultados de análisis químico de suelos para los distintos ensayos.

INDICE DE FIGURAS

FIGURA Nº		Pág.
1	Efecto de la posición fisiográfica en la supervivencia de Eucalyptus globulus en las distintas épocas de evaluación.....	35
2	Efecto de la posición fisiográfica en la supervivencia de Eucalyptus globulus después de tres años en terreno.....	36
3	Efecto de la calidad de plantas en la supervivencia de Eucalyptus globulus después de tres años en terreno.....	37
4	Efecto de la posición fisiográfica en el incremento en diámetro de Eucalyptus globulus para el período 1988-1991.....	41
5	Efecto de la calidad de plantas en el incremento en diámetro de Eucalyptus globulus después de tres años en terreno.....	42
6	Efecto de la posición fisiográfica en el incremento en altura de Eucalyptus globulus después de tres años en terreno.....	45
7	Efecto de la calidad de plantas en el incremento en altura de Eucalyptus globulus después de tres años en terreno.....	46
8	Efecto de la posición fisiográfica en la supervivencia de Pseudotsuga menziesii para las distintas épocas de evaluación.....	49
9	Efecto e la calidad de plantas en la supervivencia de Pseudotsuga menziesii a tres años del establecimiento.....	50
10	Efecto de la posición fisiográfica en el incremento en diámetro de Pseudotsuga menziesii después de tres años en terreno.....	51
11	Efecto de la calidad de plantas en el incremento en diámetro de Pseudtosuga menziesii después de tres años del establecimiento.....	52

Pág.

12 Efecto de la posición fisiográfica en el incremento en altura de Pseudotsuga menziesii después de tres años en terreno..... 54

13 Efecto de la calidad de plantas en el incremento en altura de Pseudotsuga menziesii después de tres años en terreno..... 55

14 Efecto de la posición fisiográfica en la supervivencia de Pinus radiata después de tres años en terreno..... 59

15 Efecto de la posición fisiográfica en la supervivencia de Pinus radiata en las distintas temporadas de evaluación..... 60

16 Efecto de la calidad de plantas en la supervivencia de Pinus radiata después de tres años del establecimiento..... 61

17 Efecto de la posición fisiográfica en en incremento en diámetro de Pinus radiata después de tres años..... 63

18 Efecto de la calidad de plantas en el incremento en diámetro de Pinus radiata después de tres años..... 64

19 Efecto de la posición fisiográfica en el incremento en altura de Pinus radiata después de tres años..... 65

20 Efecto de la calidad de plantas en el incremento en altura de Pinus radiata después de tres años. 66

21 Efecto de la calidad de plantas en la supervivencia de Eucalyptus globulus después de tres años en terreno..... 70

22 Efecto de la calidad de plantas en la supervivencia de Eucalyptus globulus en las distintas épocas de evaluación..... 71

23 Efecto de la exposición en el incremento en diámetro de Eucalyptus globulus a tres años del establecimiento..... 75

24 Efecto de la posición en la pendiente en el incremento en diámetro de Eucalyptus globulus después de tres años en terreno..... 76

Pág.

25 Efecto de la calidad de plantas en el incremento en diámetro de Eucalyptus globulus después de tres años en terreno..... 77

26 Efecto de la exposición, posición en la peniente y calidad de plantas en el diámetro de Eucalyptus globulus en la primera temporada de crecimiento..... 79

27 Efecto de la exposición, posición en la pendiente y calidad de plantas en el incremento en diámetro de Eucalyptus globulus después de tres años..... 80

28 Efecto de la exposición en el incremento en altura de Eucalyptus globulus a tres años del establecimiento..... 82

29 Efecto de la posición en la pendiente en el incremento en altura de plantas de Eucalyptus globulus después de tres años..... 83

30 Efecto de la calidad de plantas en el incremento en altura de Eucalyptus globulus después de tres años..... 84

31 Efecto de la exposición en la supervivencia de Pseudotsuga menziesii para las distintas temporadas de evaluación..... 86

32 Efecto de la posición fisiográfica en la supervivencia de Pseudotsuga menziesii después de tres años..... 87

33 Efecto de la calidad de plantas en la supervivencia de Pseudotsuga menziesii en las distintas épocas de evaluación..... 88

34 Efecto de la calidad de plantas en la supervivencia de Pseudotsuga menziesii después de tres años en terreno..... 89

35 Efecto de la exposición en el incremento en diámetro de Pseudotsuga menziesii después de tres años..... 94

36 Efecto de la posición en la pendiente en el incremento en diámetro de Pseudotsuga menziesii a tres años del establecimiento..... 95

Pág.

37 Efecto de la calidad de plantas en el incremento en diámetro de Pseudotsuga menziesii después de tres años..... 96

38 Efecto de la exposición, posición en la pendiente y calidad de plantas en la altura de Pseudotsuga menziesii en la primera temporada de crecimiento. 100

39 Efecto de la exposición en el incremento en altura de plantas de Pseudotsuga menziesii a tres años de establecidas en terreno..... 102

40 Efecto de la posición en la pendiente en el incremento en altura de Pseudotsuga menziesii después de tres años de establecidas..... 103

41 Efecto de la calidad de plantas en el incremento en altura de Pseudotsuga menziesii a tres años del establecimiento..... 104

42 Efecto de la exposición, posición en la pendiente y calidad de plantas en el incremento en diámetro de Pseudotsuga menziesii en la primera temporada de crecimiento..... 105

43 Efecto de la calidad de plantas en la supervivencia de Pinus radiata después de tres años en terreno..... 110

44 Efecto de la exposición en el incremento en diámetro de Pinus radiata después de tres años en terreno..... 113

45 Efecto de la posición en la pendiente en el incremento en diámetro de Pinus radiata después de tres años en terreno..... 114

46 Efecto de la calidad de plantas en el incremento en diámetro de Pinus radiata después de tres años en terreno..... 115

47 Efecto de la exposición en el incremento en altura de Pinus radiata después de tres años en terreno..... 118

48 Efecto de la posición en la pendiente en el incremento en altura de Pinus radiata después de tres años en terreno..... 119

49 Efecto de la calidad de plantas en el incremento en altura de Pinus radiata después de tres años en terreno..... 120

I. INTRODUCCION

En el último tiempo la actividad forestal no sólo ha estado orientada a la producción por la producción; las nuevas exigencias del mercado han hecho que día a día se requiera de una optimización en la calidad de los productos, la cual se consigue, en primer término, teniendo masas boscosas de buena calidad.

La calidad de los bosques es el resultado de la interacción de una serie de prácticas silvícolas y de las condiciones del sitio en el cual éstos son establecidos. Dentro de las primeras, es básico contar con material de buena calidad, el cual es determinante en el éxito del establecimiento de la plantación y su posterior crecimiento. Aún las mejores plantas pueden no dar los resultados esperados si las condiciones del sitio no son las adecuadas a sus requerimientos, por lo tanto es necesario identificar los factores del mismo que influyen en el comportamiento de las especies para luego, combinar este conocimiento con la técnica a fin de obtener el mayor y más racional aprovechamiento del recurso.

La evaluación de la calidad de plantas puede basarse en la caracterización de atributos morfológicos y de

comportamiento, para lo cual existen variadas técnicas y métodos.

La presente memoria examina el comportamiento de diferentes tipos de plantas de tres especies establecidas bajo distintas condiciones de exposición y posición en la pendiente, basando la clasificación de las mismas en un atributo morfológico: el diámetro de cuello.

II. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

2.1 Antecedentes Generales

La prueba final de una planta producida en vivero es su comportamiento en plantación: algunas sobreviven y prosperan aún en sitios dificiles, mientras que otras mueren al poco tiempo o permanecen latentes por varios años. Estas diferencias en comportamiento reflejan el efecto de distintos factores que, colectivamente, conforman lo que se conoce como calidad de plantas (Ritchie, 1984).

La calidad de plantas ha sido definida por diversos autores, quienes coinciden en señalar que una planta de buena calidad es aquella que alcanza niveles definidos de supervivencia y crecimiento en un sitio forestal particular (Minko y Craig, 1976; Duryea, 1985). Burschel et al., (1975), citados por Escobar (1977), sostienen que una planta de alta calidad no es sólo aquella que tiene buen desarrollo en altura y diámetro sino que, además, tiene niveles adecuados de reservas nutritivas.

Una planta de alta calidad permite una mejor interacción de ésta con el sitio de plantación, dando la posibilidad que aquel ponga en evidencia su potencial productivo. Una mayor comprensión e implementación de las prácticas culturales en el vivero, para mejorar la calidad de las plantas, permitirá

una selección más adecuada de ellas para los distintos sitios, mejorando el crecimiento futuro de los bosques (Duryea, 1985).

Estudios realizados en la década del 70 entregan evidencia de la importancia que puede alcanzar el uso de material clasificado en planes de repoblación. Burschel et al. (1973), trabajando con **Pinus radiata**, encuentran que las plantas más grandes son más aptas para sobrevivir y crecer en condiciones de terreno. Además, que las diferencias iniciales en tamaño no sólo se mantienen, sino que se acrecientan con el tiempo. Blair y Cech (1974) llegan a resultados similares, luego de trece temporadas de crecimiento en terreno, en plantas de **Pinus elliottii** y **Pinus taeda** clasificadas de acuerdo a rasgos morfológicos. Este trabajo plantea, sin embargo, que una misma clasificación en diferentes especies puede resultar en comportamientos distintos frente a una determinada variable de evaluación.

2.2 Evaluación de la Calidad de Plantas

Se han probado muchos procedimientos para caracterizar la calidad de plantas, unos más exitosos que otros. Ritchie (1984) propone una separación lógica de los atributos de las plantas para los cuales se pueden hacer mediciones: atributos materiales y atributos de comportamiento. Así, las

evaluaciones de calidad de plantas pueden ser divididas en dos categorías: pruebas de atributos materiales (rasgos morfológicos y fisiológicos directamente medibles) y pruebas de atributos de comportamiento, definidas como el comportamiento de plantas cuando son sometidas a pruebas específicas (Duryea, 1985; Munson, 1985). Estas evaluaciones predicen no sólo la supervivencia y el crecimiento, sino también el comportamiento de grupos específicos de plantas en sitios particulares (Duryea, 1985).

2.2.1 Atributos Materiales. En un sentido biológico estricto, morfología significa forma y estructura. En la práctica, cualquier característica que pueda ser observada o medida es considerada como tal. Como son atributos relativamente fáciles de controlar y medir, han sido extensamente usados para definir la calidad de plantas (Ritchie, 1984). A pesar de la aceptación general y amplio uso, los investigadores han notado que la morfología, por sí sola, no predice toda la variabilidad vista en supervivencia y crecimiento en terreno, pero puede ser de gran valor comparativo cuando el status fisiológico de las plantas es igual o similar (Thompson, 1985).

Los atributos materiales más ampliamente utilizados en la

caracterización de la calidad de plantas son altura o largo de tallo, diámetro de cuello, relación tallo-raíz, relación altura-diámetro y pesos secos de las distintas partes de la planta. Así mismo, diversos investigadores han desarrollado relaciones matemáticas entre algunos de estos atributos con el mismo objetivo (Thompson, 1985).

2.2.1.1 **Altura de Plantas**. La altura representa tanto la capacidad fotosintética de una planta como su área de transpiración (Munson, 1985; Thompson, 1985; Escobar, R. [1]), estando altamente correlacionada con el número de hojas (Armson y Sadreika, 1974, citados por Thompson, 1985). Lo que sugeriría una buena correlación de la altura con el crecimiento, pero impredecible respecto a la supervivencia de las plantas (Munson, 1985; Thompson, 1985).

En vivero, la altura depende de la interacción tamaño de semilla, época y profundidad de siembra; esquemas de manejo radicular, fertilización y riego; humedad y fertilidad natural de suelo y de las interacciones riego-fertilización y riego-manejo radicular (Escobar y Peña, 1985b; Escobar y

---

[1] René Escobar Rodríguez. Docente Fac. Cs. Forestales, Universidad de Concepción, Campus Chillán. Comunicación personal.

Espinosa, 1987[1]; Lema, 1987; Sánchez, 1987; Hoces, 1988).

Al respecto, Escobar y Peña (1985b) señalan que semillas más grandes producen plantas más altas, gruesas y pesadas. Escobar (1987)[2], en pino radiata, encuentra que las semillas más pequeñas germinan en mayor cantidad y más rápido cuando son sembradas a profundidades menores, mientras que las más grandes lo hacen mejor a mayor profundidad. Además, que el tamaño de la semilla y profundidad de siembra no afectan la calidad de las plantas, cuando la diferencia en el tiempo de emergencia no supera los siete días, pero sí cuando la diferencia es mayor.

En relación a la época de siembra, Van den Driessche (1982), citado por Duryea (1984), determina que el largo de tallo y peso seco de tallo y raíz en pino oregón es mayor para plantas sembradas en otoño que en primavera. De la misma forma, Sorensen (1978), citado por Duryea (1984), encuentra que la altura final de plantas 1-0 de pino oregón es mayor en

---

[1] Escobar, R. y M. Espinosa. 1987. Efecto de la interacción acondicionamiento-riego-fertilización en el comportamiento de plantas de E. nitens producidas a raíz desnuda. Convenio Universidad de Concepción-Forestal Río Vergara S.A. Informe de resultados.

[2] Escobar R., René. 1987. Efecto de la profundidad de siembra y calibre de semilla de pino radiata en la velocidad de emergencia y atributos morfológicos de las plantas. Convenio Universidad de Concepción - Forestal Río Vergara S.A. Informe de resultados.

0.5 mm por cada día de adelanto en la siembra en primavera.

Por otro lado, Duryea (1984) señala que la altura es afectada sólo ocasionalmente por la densidad de cultivo en la platabanda. Sin embargo, Escobar (1987)[1] , trabajando con plantas de **Eucalyptus globulus**, determina diferencias de 12% en la altura de plantas, siendo ésta mayor a densidades más bajas. Así mismo, Van den Driessche (1982), citado por Duryea (1984), reportó incremento en la altura de plantas de pino oregón a menores densidades en la platabanda. Benson y Shepherd (1976), citados por Duryea (1984), llegan a similares resultados trabajando con pino radiata. De la misma manera, Edgren (1975), citado por Duryea (1984), encuentra que plantas 2-0 de pino oregón cultivadas a más baja densidad son más grandes en terreno y presentan el mejor crecimiento en altura durante la primera temporada en plantación.

En cuanto al manejo radicular, Minko y Craig (1976) plantean que el sistema radicular de las plantas es el factor principal para la supervivencia y crecimiento en terreno, puesto que el establecimiento depende de la tasa a la cual las raíces son capaces de explorar y utilizar su nuevo

---

[1] Escobar R., René. 1987. Efecto de diferentes densidades de cultivo en variables morfológicas de plantas de Eucalyptus globulus producidas a raíz desnuda. Convenio Universidad de Concepción - Forestal Río Vergara S.A. Informe de resultados.

ambiente. Duryea (1984) señala que cualquier práctica de acondicionamiento que corta raíces, antes o durante la temporada de crecimiento, detiene o retarda el crecimiento en altura de las plantas. Tanto la época como frecuencia del manejo radicular pueden afectar significativamente la altura de las plantas: si las raíces son cortadas muy temprano en la temporada y el crecimiento en altura es retenido, las plantas pueden no alcanzar un tamaño plantable. De la misma manera, si el manejo es muy tardío, no tendrá un efecto notable en el crecimiento en altura, puesto que éste ya habrá sido completado por las plantas. Beckjord y Cech (1980), trabajando con **Quercus rubra**, encuentran que la supervivencia disminuye con la severidad del manejo radicular, pero el crecimiento en altura de las plantas difiere muy poco después de cuatro años en terreno.

En este sentido, Escobar et al. (1977a) observan que plantas con manejo radicular, en vivero, reducen considerablemente su crecimiento en altura. Reducciones de 62% en la altura de **E. globulus**, 36% en **E. nitens** y 38% en **P. radiata**, son reporatadas por diferentes autores (Escobar et al., 1985; Escobar y Espinosa, 1987[1];

---

[1] Escobar R., René y Miguel Espinosa B. 1987. Efecto de la interacción acondicionamiento - riego - fertilización en el comportamiento de plantas de E. nitens producidas a raíz desnuda. Convenio Universidad de Concepción - Forestal Río Vergara S.A. Informe de resultados.

Escobar et al., 1991[1]). Sin embargo, Escobar et al. (1977b) señalan que las plantas con manejo radicular tienen ventajas en terreno, logrando mejor supervivencia e incremento en altura que las no manejadas. A su vez, las plantas con manejo radicular tienen un follaje más denso y desarrollado y lignifican un mayor porcentaje del tallo que las sin manejo radicular (Escobar et al., 1977b; Escobar y Peña, 1985).

Otra labor que influye sobre el crecimiento de las plantas en vivero es el riego. En este sentido, el riego en primavera y comienzos del verano promueve el crecimiento de las nuevas plantas; mientras están creciendo activamente, el riego frecuente, por lo general, aumenta su altura y peso seco (Duryea, 1984). Escobar y Espinosa (1987)[1] encuentran, para **Eucalyptus nitens**, que el riego tiene un efecto altamente positivo sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas, logrando un 38% más de biomasa las regadas a 50% de humedad aprovechable que las que se riegan a punto de marchitez permanente. Sin embargo, las plantas requieren un cierto nivel de estrés hídrico para completar su ciclo fisiológico de yemación y latencia. Por otro lado, un estrés hídrico prolongado, en vivero, tiene como resultado plantas más

---

[1] Escobar, R., M. Espinosa y G. Pereira. 1991. Supervivencia y crecimiento de plantas de E. delegatensis, E. nitens y E. regnans sometidas a diferentes esquemas de acondicionamiento en vivero. Convenio Universidad de Concepción - Forestal Tornagaleones Ltda. Informe de resultados.

pequeñas, con altura y peso seco de tallo y raíz disminuidos, lo que se traduce en plantas de escaso vigor o mayor mortalidad en plantación (Duryea, 1984).

En la actualidad, una preocupación importante en los viveros es mantener un adecuado nivel de fertilidad del suelo para producir plantas de alta calidad. Es posible mantener una producción de alta calidad en suelos de fertilidad relativamente baja manejando adecuadamente la densidad de cultivo (Dickson et al., 1960). Las plantas nutridas pobremente presentan disminución o cesación de crecimiento y, en casos extremos, síntomas visuales de deficiencia. En contraste, las plantas con adecuados niveles nutritivos crecen a un tamaño dado a principios del verano, dando mayor tiempo para su proceso de endurecimiento (Duryea, 1984).

La fertilización, especialmente la nitrogenada, durante la primera y segunda temporada de crecimiento, produce plantas 2-0 más grandes y pesadas (Duryea, 1984). Van den Driessche (1980), citado por Duryea (1984), encuentra que la altura de plantas 1-0 y 2-0 de pino oregón aumenta en vivero a medida que se aplica más nitrógeno. Escobar y Espinosa (1987)[1]

---

[1] Escobar, R. y M. Espinosa. 1987. Efecto de la interacción acondicionamiento-riego-fertilización en el comportamiento de plantas de E. nitens producidas a raíz desnuda. Convenio Universidad de Concepción -Forestal Río Vergara S.A. Informe de resultados.

encuentran que la fertilización tiene un efecto positivo sobre el crecimiento en altura en estudios realizados en **Eucalyptus nitens**.

2.2.1.2 **Diámetro de cuello**. El diámetro de las plantas en vivero se relaciona con el comportamiento de éstas en terreno de manera similar a la altura. Generalmente es aceptado como la mejor medida tanto de supervivencia como de crecimiento. Al igual que con al altura, el diámetro no siempre está correlacionado con la supervivencia en terreno, pero si se relaciona con el crecimiento posterior (Thompson, 1985). Esto se contrapone con lo expuesto por Minko y Craig (1976), quienes señalan que no existe relación entre el diámetro de las plantas en vivero y el crecimiento en diámetro de la primera temporada en terreno. Por otra parte, Munson (1985) señala que el diámetro correlaciona mejor con supervivencia que la altura de las plantas. Además, establece que diámetros mayores dan un soporte estructural y protección a las plantas. Al respecto, Urrutia (1992) señala que el diámetro de cuello es un indicador de resistencia de las plantas a los factores del medio; además, un mayor diámetro refleja un mayor sistema radicular, ofrece mayor aislación a la temperatura y es un buen predictor de supervivencia. En consecuencia, una planta de alta calidad debería poseer el mayor diámetro que le confiera un nivel aceptable de

supervivencia potencial en un sitio dado (Thompson, 1985).

En vivero, el diámetro depende de la densidad de cultivo (Escobar, 1985; Escobar, 1987[1]), esquema de riego (Aruta, 1983), manejo radicular, disponibilidad de nutrientes y de la interacción manejo radicular-fertilización (Escobar y Espinosa, 1987[2]).

La densidad, entendida como el espacio vital disponible de una planta para su desarrollo en vivero, es un factor determinante en la calidad de las mismas (Dickson et al., 1960; Escobar, 1990). Duryea (1984) señala que, además del número de individuos por unidad de superficie, lo importante es que la distancia entre individuos sea lo más regular posible. Escobar (1990) afirma que el espaciamiento entre plantas afecta una serie de atributos morfológicos, entre ellos el diámetro de cuello de las plantas. En este sentido, señala que el diámetro de cuello es una de las variables morfológicas más sensibles tanto a la separación entre como

---

[1] Escobar R., René. 1987. Efecto de diferentes densidades de cultivo en variables morfológicas de plantas de E. globulus producidas a raíz desnuda. Convenio Universidad de Concepción - Forestal Río Vergara S.A. Informe de resultados.

[2] Escobar, R. y M. Espinosa. 1987. Efecto de la interacción acondicionamiento-riego-fertilización en el comportamiento de plantas de E. nitens producidas a raíz desnuda. Convenio Universidad de Concepción - Forestal Río Vergara S.A. Informe de resultados.

sobre hileras; lo que concuerda con lo señalado por Benson y Shepherd (1976), citados por Duryea (1984), quienes además afirman que el espaciamiento sobre hileras tiene un efecto más significativo que el espaciamiento entre hileras para el tamaño de las plantas.

Duryea (1984) señala que densidades más bajas en la platabanda producen plantas con mayor diámetro de tallo, concordando con lo señalado por van den Driessche (1969), y Benson y Shepherd (1976), citados por Duryea (1984), en pino oregón y pino radiata respectivamente. Escobar (1987[1]) determina incrementos en el diámetro de plantas de **Eucalyptus globulus** de entre 30 y 50% para distintas densidades de cultivo, siendo mayor a medida que ésta disminuye.

Por otro lado, el riego es también una labor cultural que afecta el desarrollo del diámetro en vivero. Escobar y Espinosa (1987)[2] encuentran que para **Eucalyptus globulus** a medida que aumenta la disponibilidad de agua en el suelo hay

---

[1] Escobar R., René. 1987. Efecto de diferentes densidades de cultivo en variables morfológicas de plantas de E. globulus producidas a raíz desnuda. Convenio Universidad de Concepción - Forestal Río Vergara S.A. Informe de resultados.

[2] Escobar, R. y M. Espinosa. 1987. Efecto de la interacción acondicionamiento-riego-fertilización en el comportamiento de plantas de E. globulus producidas a raíz desnuda. Convenio Universidad de Concepción-Forestal Río Vergara S.A. Informe de resultados.

un incremento positivo y prácticamente constante en el diámetro de las plantas. Así mismo, plantean que la interacción riego-fertilización influye significativamente en el diámetro de cuello.

Otra labor de acondicionamiento que influye sobre el diámetro de las plantas es el manejo radicular. Según Escobar et al. (1977a) el diámetro de cuello disminuye con el manejo de raíces; de hecho, Escobar y Espinosa (1987)[1] establecen, para **Eucalyptus globulus**, que mientras más riguroso es el esquema de manejo, mayor es la disminución del crecimiento en diámetro. Del mismo modo, Escobar et al. (1985), trabajando con pino radiata, llegan a iguales resultados, concluyendo que la reducción es mayor cuando se interviene al principio del período de crecimiento; intervenciones más tardías, después de la máxima tasa de incremento en altura, no afectan el crecimiento en diámetro.

En terreno, el crecimiento en diámetro de las plantas se ve mejorado cuando se realizan labores de preparación de suelo, control de malezas y fertilización. En este sentido, Escobar et al. (1992), en un estudio de interacción en **Eucalyptus globulus**, encuentran que la preparación de suelos puede mejorar el crecimiento en diámetro en hasta un 46% y los incrementos en casi 120%; al mismo tiempo, el control de malezas mejora el crecimiento en diámetro en 62% y la

aplicación de fertilizantes (NPK), en 49%.

2.2.1.3 **Relación tallo-raíz**. Según Escobar et al. (1977a), este es probablemente el parámetro más importante, por cuanto refleja la cantidad de material leñoso que fue capaz de producir la planta, tanto en la parte aérea como radicular y, por lo tanto, la relación entre superficie de transpiración y absorción; mientras más estrecha sea esta relación, mejor calidad se le supone a la planta. Sin embargo, plantea que es de bajo valor predictivo de crecimiento. Del mismo modo, Munson (1985) señala que esta relación es contradictoria como índice del comportamiento en terreno.

Según Thompson (1985), existe controversia respecto del valor de la relación tallo-raíz en la determinación de la calidad de plantas. Se ha demostrado que la relación tallo-raíz cambia con el tamaño de las plantas, de modo que a medida que la altura de las mismas aumenta, la relación tallo-raíz "aceptable" también cambia. Hermann (1964), y Lopushinsky y Beebe (1976), citados por Thompson (1985), trabajando con pino oregón y pino ponderosa, encuentran que, cuando las plantas son clasificadas primero dentro de clases de altura, las con menor relación tallo-raíz, dentro de una clase, tienen mejor supervivencia. Escobar et al. (1977b) y Escobar (1992) señalan que las plantas con una baja relación tallo-raíz tienen mayor posibilidad de supervivencia en sitios

secos y a su vez, plantas con igual relación no tendrían potenciales similares de supervivencia.

La relación tallo-raíz depende del esquema de manejo radicular y de la densidad de cultivo en vivero (Escobar y Sánchez, 1992; Thompson, 1985). Las prácticas de manejo radicular por lo general resultan en un menor valor de la relación tallo-raíz. En pino radiata ésto se debe a tallos más livianos (Benson y Shepherd, 1977, citados por Duryea, 1984). En pino oregón, varios autores citados por Duryea (1984) han determinado que el descalce no produce efectos en el peso radicular, pero sí reduce la relación tallo-raíz, lo que atribuyen a tallos más livianos. Tanaka et al. (1976), citado por Duryea (1984), llega a igual conclusión, pero lo atribuye a un sistema radicular de la planta más pesado. Por otra parte, estudios de descalce en los cuales se ha alterado la relación tallo-raíz han mostrado resultados mixtos: en algunos casos se han reportado amplias diferencias en supervivencia, mientras que en otros su influencia ha sido escasa (Thompson, 1985). De igual manera, Van den Driessche (1982), citado por Thompson (1985), señala que la densidad de cultivo en vivero cambia significativamente la relación tallo-raíz de las plantas, pero tiene muy pequeño efecto en la supervivencia de las mismas en terreno.

2.2.1.4 **Relación Altura-Diámetro o Cuociente de Vigor**. Esta relación determina el balance entre la superficie de transpiración y resistencia de las plantas (Escobar y Sánchez, 1992). Refleja la naturaleza "rechoncha" o "larguirucha" de las mismas y es un buen indicador de la habilidad de las plantas para resistir daño físico (Thompson, 1985). En este sentido, Roller (1977), citado por Thompson (1985), encuentra que plantas de **Picea mariana** con cuociente de vigor superior a 6 son seriamente dañadas cuando se las expone al viento, sequías y heladas. En general, se acerca mucho al diámetro como predictor de supervivencia y crecimiento. Sin embargo, Escobar y Peña (1985a), trabajando con plantas de pino radiata de distintos valores de la relación altura-diámetro, establecen que es un criterio errático para determinar comportamiento en terreno de las plantas.

2.2.1.5 **Indice de calidad de Dickson**. Este índice fue concebido evaluando una serie de combinaciones de parámetros morfológicos como predictores del comportamiento en terreno y seleccionando la mejor combinación (Thompson, 1985). El índice ha sido utilizado con éxito en plantas en container, para diferenciar plantables y no plantables (Roller, 1976, citado por Thompson, 1985). En pino oregón, el índice puede reflejar el éxito en plantación de varios tipos de plantas (Ritchie, 1984). En este sentido, Ritchie (1984) concluye que

las características morfológicas ejercen una influencia fundamental en el comportamiento de las plantas sólo cuando las cracterísticas fisiológicas no difieren significativamente entre plantas.

2.2.2 Atributos de Comportamiento

2.2.2.1 Potencial de crecimiento radicular. El potencial de crecimiento radicular se define como la habilidad de una planta para generar y/o elongar raíces cuando es sometida a condiciones favorables al crecimiento radicular (Ritchie, 1985). La magnitud del potencial de crecimiento radicular está frecuentemente correlacionada con la supervivencia y aún con el crecimiento de las plantas después de la plantación.

El potencial de crecimiento radicular se desarrolla durante la permanencia en vivero. Los factores más críticos sobre los cuales el viverista puede ejercer control son la fecha de la extracción y la duración del almacenaje en frío. Posterior a la plantación, la expresión del potencial de crecimiento radicular es afectada por la temperatura y humedad del suelo, entre los principales factores (Ritchie, 1985). Además, Santibánez (1993)[1] establece que la poda de raíces realizada

---

[1]Santibañez, C. 1993. Potencial de crecimiento radicular en plantas de Eucalyptus globulus Labill. ssp globulus producidas bajo distintos esquemas de manejo en vivero. Tesis de Grado Universidad de Concepción, Fac. Cienc. Forest. Dep. Silvicultura, Chillán, Chile. (En revisión)

al momento de la cosecha de plantas en vivero, reduce el potencial de crecimiento radicular en plantas de **Eucalyptus globulus** producidas a raíz desnuda.

De los test desarrollados para evaluar la calidad de plantas, el potencial de crecimiento radicular es quizás el más confiable predictor de comportamiento, ésto porque es una medida de la habilidad de las plantas de restablecer el contacto raíz-suelo. Esto aseguraría el suministro de agua y nutrientes y el establecimiento en el sitio (Ritchie, 1985).

2.2.2.2 Resistencia a Heladas. La resistencia a heladas está definida como la temperatura mínima a la cual un cierto porcentaje de plantas de una población aleatoria sobrevivirá o soportará un nivel dado de daño (Timmis y Worral, 1974; Van den Driessche, 1976, citados por Ritchie, 1984). Durante el otoño, la resistencia aumenta rápidamente en respuesta a cambios en el fotoperíodo, bajas temperaturas y otros factores y alcanza un mínimo estacional a mediados del invierno.

Los mecanismos de la resistencia son muy complejos e involucran muchos factores interactuantes, como son la capacidad de las plantas para tolerar desecación por congelamiento, prevenir formación de cristales intracelulares (letales) y resistir la formación de cristales extracelulares

(no letales).

La evaluación de la resistencia a heladas tiene dos etapas: someter a las plantas a temperatura bajo cero y evaluar el efecto de dichas temperaturas. Algunos métodos se basan en medir el grado de inactivación de procesos metabólicos enzimáticos o medir los cambios en las propiedades de las membranas. La impedancia eléctrica entrega los resultados más confiables para todos los niveles de resistencia (Van den Driessche, 1973, citado por Ritchie, 1984).

a) Radio de Impedancia (R.I.).

Durante los primeros estados del endurecimiento (mediados de otoño), los valores de LT50 pueden ser estimados dentro de un rango de un grado Celcius si se usa un R.I.=3 para discriminar entre plantas vivas y muertas. El radio de discriminación aumenta gradualmente a principios de invierno. Los valores de radio de impedancia a mediados de invierno son menos confiables, ya que las bajas temperaturas tienden a matar las yemas antes que los tallos y el daño en ellas no es detectado por el radio de impedancia del tallo.

b) Método de la Conductividad Difusa.

Este método se basa en el principio que las células dañadas por congelamiento tienen membranas dañadas que permiten a los fluidos celulares escapar hacia el xilema. El fluido celular

contiene materiales disueltos y por lo tanto tiene mayor conductividad eléctrica que el agua xilemática, la que es relativamente pura. Comparando la conductividad de los difundidos del xilema con la de las plantas no dañadas, dañadas y muertas proporciona una estimación de la cantidad del daño ocurrido, si lo hay.

2.2.2.3 **Resistencia al Estrés.** Joly (1985) plantea que el agua constituye más del 80% del peso fresco de tallos de plantas en crecimiento activo, formando una fase líquida continua desde los pelos radicales hasta las células del mesófilo de las hojas. Las células vivas requieren un alto grado de saturación hídrica interna para funcionar eficientemente y, para que no haya disminución en el crecimiento y desarrollo, el contenido de agua en los tejidos debe fluctuar sólo dentro de límites muy estrechos. Los cambios en el contenido hídrico de las plantas pueden resultar en la cesación de los procesos de crecimiento o también provocar alteraciones en los procesos fisiológicos.

En vivero, un régimen severo de estrés hídrico puede afectar negativamente la morfología y fisiología de las plantas. Griffin (1974), citado por Duryea (1984), encuentra inhibición de la yemación en plantas de **Pseudotsuga menziesii** sometidas a alto estrés hídrico en vivero. En otro sentido, Blake et al. (1979), citados por Duryea (1984) plantean que,

aunque un estrés hídrico moderado mejora la resistencia al frío, un estrés alto la reduce. Así mismo, Day (1980), citado por Duryea (1984), encuentra que tanto el crecimiento del tallo como de la raíz pueden ser inhibidos a altos niveles de estrés.

En ensayos de campo, Boyd et al. (1972) encuentran que existe relación entre la densidad de cultivo en vivero y los niveles de estrés hídrico sobre la supervivencia de las plantas, siendo ésta mayor a menor densidad para distintos niveles de estrés.

Por otra parte, diversos autores citados por Duryea (1984) plantean que la supervivencia de distintas especies en sitios secos es mejorada con las labores de descalce en vivero.

2.2.2.4 **Pruebas de Vigor.** En la Universidad Estatal de Oregon (OSU) ha sido desarrollada una prueba de vigor para evaluar la calidad de plantas. La premisa básica es que las plantas son expuestas a un considerable estrés durante la plantación y el primer año de establecimiento y que este estrés puede ser letal para aquellas más débiles, dañadas o menos vigorosas. En la prueba de vigor OSU, las plántulas son expuestas a estrés artificial, luego puestas en ambiente controlado y monitoreadas. Si no son afectadas por este tratamiento y sobreviven y crecen bien, se concluye que son

vigorosas y sanas y tienen un alto potencial de supervivencia y crecimiento en terreno. En caso contrario, se juzga a las plantas como de baja calidad y con bajo potencial de comportamiento en terreno. Los resultados preliminares indican que hay una correlación altamente significativa entre comportamiento en terreno y supervivencia en invernadero (McCreary y Duryea, 1985).

2.3 Factores Fisiográficos.

Entre los factores que influyen sobre la productividad de los sitios, se encuentran la exposición y la elevación (Ruiz y Schlatter, 1985). De un estudio realizado en **Pinus radiata** se desprende que la productividad disminuye con la elevación (Ruiz y Schlatter, 1985), ésto explicado por las condiciones más favorables, en términos de temperatura, en elevaciones menores, permitiendo períodos vegetativos más largos. Por otra parte, Pritchett (1991) señala que la erosión gradual de los coloides y la lixiviación de nutrientes da por resultado suelos más fértiles y un crecimiento más rápido en las partes bajas de las laderas que en las zonas más altas de las mismas.

III. MATERIAL Y METODO

3.1 Descripción del área de estudio

El estudio se estableció en el predio Pilhua, de propiedad de la Empresa Forestal Tornagaleones Ltda., ubicado en la Isla del Rey, al sur poniente de la ciudad de Valdivia, provincia de Valdivia, décima región, 39º55'30" de latitud sur, 37º17'45" de longitud oeste.

La zona se caracteriza por un clima templado lluvioso con influencia mediterránea, con una temperatura media anual de 12ºC, variando entre 7 y 17ºC, y una pluviosidad de 2.510 mm anuales , con un promedio de 60-80 mm/mes en verano y 400 mm/mes en invierno (Almeyda y Saéz, 1958).

La topografía del área es montañosa. El suelo pertenece a la serie Nahuelbuta, con textura moderadamente fina y buen drenaje (IREN, 1964). (Anexo 1)

El área de estudio se encontraba cubierta por vegetación característica del tipo forestal Siempre verde; en la exposición Este, principalmente por matorral de ulmo (Eucryphia cordifolia), olivillo (Aextoxicon punctatum), tineo (Weinmannia trichosperma), laurel (Laurelia philippiana), maqui (Aristotelia chilensis) y quila (Chusquea quila); en la parte media y alta de la pendiente, por matorral de ulmo (Eucryphia cordifolia), coigue (Nothofagus

dombeyi), avellano (Gevuina avellana), radal (Lomatia hirsuta), maqui (Aristotelia chilensis) y quila (Chusquea quila), junto a murtilla (Ugni sp) y gramíneas en la cima. En la exposición Oeste, por matorral de avellano (Gevuina avellana), maqui (Aristotelia chilensis) y quila (Chusquea quila) en la parte media y por ulmo (Eucryphia cordifolia), olivillo (Aextoxicon punctatum) y quila (Chusquea quila) en la parte baja. La densidad del matorral era mayor en la exposición Este y en la parte baja de la pendiente. En el verano de 1988, previo a la plantación, la vegetación natural fue cortada y rozada a fuego, quedando el suelo mineral al descubierto.

3.2 Descripción del estudio

El estudio consistió en el establecimiento de tres especies, producidas en el vivero Huellelhue, de propiedad de la Empresa Forestal Tornagaleones Ltda., ubicado a 15 km al oriente de la ciudad de Valdivia. Cada especie fue establecida en cinco lugares diferentes, constituyendo cada una de ellas un estudio y cada lugar un ensayo.

Las especies utilizadas en el estudio son **Eucalyptus globulus** Labill. ssp **globulus**, **Pseudotsuga menziesii** (Mirb.) Franco y **Pinus radiata** D.Don.

3.2.1 **Descripción de los ensayos**. Cada ensayo está conformado por una parcela de 168 m de largo por 38 m de ancho. En el largo de la parcela se distribuyeron las tres especies, siguiendo la secuencia que se indica a continuación, de sur a norte:

Eucalyptus globulus - Pseudotsuga menziesii - Pinus radiata (Apéndice 1)

Los ensayos se establecieron en tres exposiciones y posiciones diferentes en la pendiente, según se muestra en la Tabla 1.

TABLA 1. CONDICIONES FISIOGRAFICAS DE LAS ZONAS DE ENSAYO.

ENSAYO Nº	EXPOSICION	POSICION EN LA PENDIENTE	ELEVACION (m s.n.m.)
1	ESTE	BAJA	60
2	ESTE	MEDIA	160
3	SIN EXPOSIC.	CIMA	330
4	OESTE	MEDIA	190
5	OESTE	BAJA	50

Previo a efectuar la plantación de los ensayos, y con el fin de caracterizar los distintos tipos de plantas en vivero, se tomó una muestra de 10 plantas por tratamiento y especie a las que se les realizó una evaluación individual de los siguientes atributos morfológicos: altura (cm), diámetro de cuello (mm), pesos secos de tallo, follaje, raíz principal, raíz secundaria mayor y menor de 1 mm de diámetro (g), peso

seco total de raíces y de planta (g) y área foliar (cm2), así como también macro y microelementos (N, P, K, Ca, Mg, B, Zn, Mn, Cu). (Apéndice 2)

Las plantas fueron clasificadas según diámetro de cuello, estableciendo rangos para cada tipo de planta y especie (Tabla 2); el criterio de selección se basó en la diferencia de diámetros de las plantas en la platabanda. La plantación se realizó en el mes de Julio de 1988, con personal capacitado de la Empresa, siguiendo la curva de nivel para evitar el efecto de la pendiente en el comportamiento de las plantas. La distancia entre hilera fue de 3 m y de 2 m sobre la hilera.

TABLA 2. RANGOS DE DIAMETRO PARA LOS DISTINTOS TIPOS DE PLANTA, SEGUN ESPECIE.

ESPECIE	TIPO DE PLANTA			
	A	B	C	D
	Diámetro (mm)			
E. globulus	> 10	8-10	6- 8	4-6
P. menziesii	12-14	10-12	8-10	
P. radiata	> 7	5-7	4-5	

El tratamiento D sólo fue aplicado a **Eucalyptus globulus**, debido a que esta especie presentaba un rango más amplio de variación diamétrica.

En la primavera de 1990, a raíz de la abundante proliferación de rebrotes de las especies del lugar, se realizó una limpia de plantación, en forma manual. Esta labor tuvo como objetivo liberar a las plantas de la excesiva competencia por agua que ejercen las especies del sotobosque.

3.2.2 **Diseño Experimental.** El diseño utilizado fue el de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. En cada bloque se distribuyeron todos los tratamientos correspondientes a cada especie, asignándolos en forma aleatoria , sin reemplazo. Las parcelas consisten en una hilera de 20 plantas, cada una representando un tratamiento. (Apéndice 3)

Cada ensayo fue delimitado en sus cuatro extremos por estacas pintadas de color azul y dos marcando la cota media de la parcela (18 m = 10 plantas). La separación entre especies y bloques es de 4 m. Cada parcela fue delimitada en ambos extremos por estacas pintadas del color asignado al tratamiento correspondiente, de acuerdo al siguiente esquema:

TRATAMIENTO	C O L O R
A	Blanco
B	Amarillo
C	Naranjo
D	Rojo

Los ensayos fueron establecidos por 6 obreros, cada uno de

los cuales plantó siempre un tratamiento distinto en cada bloque, para eliminar el efecto plantador.

Los resultados fueron reorganizados, constituyendo dos grandes estudios, para ser evaluados mediante dos diseños estadísticos a fin de dar mejor aprovechamiento a la información disponible, según se describe a continuación:

Estudio A: Interacción Posición topográfica - Calidad de plantas.

Con el objeto de conocer el efecto de la posición en la pendiente en relación a la calidad de plantas, se analizó los resultados de acuerdo a un diseño de parcela dividida (Little y Hills, 1978), para lo cual se consideraron los siguientes factores y niveles:

FACTOR	NIVELES
A - POSICION FISIOGRAFICA	Baja/Este Media/Este Cima Media/Oeste Baja/Oeste
B - CALIDAD DE PLANTAS	A, B, C, D. (Tabla 2)

ESTUDIO B: Interacción Exposición - Posición en la pendiente - Calidad de plantas.

Para conocer el efecto de la exposición, separándolo de posición en la pendiente, y su relación con calidad de plantas, los datos fueron redistribuidos de acuerdo al diseño de parcelas subdivididas (Little y Hills, 1978), asignando los siguientes factores y niveles:

FACTOR	NIVELES
A - EXPOSICION	ESTE OESTE
B - POSICION EN LA PENDIENTE	BAJA MEDIA
C - CALIDAD DE PLANTAS	A, B, C, D (Tabla 2)

En ambos estudios se utilizaron cuatro repeticiones y los datos se analizaron con un nivel de confianza de 95%. Cuando los análisis estadísticos entregaron diferencias significativas, éstas fueron identificadas mediante el test de comparaciones múltiples de Tukey, para $P<0,05$.

3.3 Evaluación de los Ensayos

En cada ensayo se midieron, en terreno, las siguientes variables:

- Diámetro de cuello (mm)
- Altura total (cm)
- Supervivencia (%),

en las épocas de evaluación que se indican:

- Al establecimiento
- Diciembre de 1988
- Marzo de 1989
- Marzo de 1990
- Marzo de 1991.

La supervivencia fue evaluada a través de censo de plantas. Las mediciones de diámetro se realizaron con pie de metro con una precisión de 0.1 mm y las de altura, con una vara graduada, con precisión de 0.5 cm. Los datos se registraron en formularios especialmente diseñados para tal efecto. (Apéndice 4)

En Marzo de 1989, para análisis fitoquímico, se extrajo una muestra de hojas por especie y tratamiento, a partir de las cuales se determinaron los niveles de N, P, K, Ca, Mg, B, Zn, Mn, Cu. (Apéndice 5)

En la misma fecha, se realizó un muestreo de suelo en cada ensayo a fin de realizar análisis físico-químico del mismo. (Apéndice 6)

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 ESTUDIO A: Efecto de la interacción Posición Fisiográfica- Calidad de plantas.

4.1.1 Eucalyptus globulus. En la Tabla 3 se presentan los valores medios de supervivencia para los controles de Diciembre de 1988, Marzo de 1989, 1990 y 1991; diámetro de cuello y altura de plantas para Marzo de 1989 y 1991 e incrementos de ambas variables en los períodos 1988-1989 y 1988-1991.

4.1.2.1 Supervivencia. De la Tabla 3 se desprende que, para todas las condiciones de posición fisiográfica, la supervivencia disminuye con el transcurso del tiempo (Figura 1).

La Figura 1 muestra también que, para todas las temporadas de evaluación, el mayor porcentaje de plantas vivas se logra en la condición Media/Este, siendo ella en todos los casos superior a 90%, mientras que la condición Cima resulta ser la menos favorable a la supervivencia de la especie.

TABLA 3. VALORES MEDIOS DE SUPERVIVENCIA (%), DIAMETRO DE CUELLO (mm), ALTURA (cm) E INCREMENTOS EN DIAMETRO (mm) Y ALTURA (cm) POR FACTOR Y PARA LAS FECHAS QUE SE INDICAN PARA LA ESPECIE Eucalyptus globulus.

	S U P E R V I V E N C I A (%)				C R E C I M I E N T O				I N C R E M E N T O S			
					DIAMETRO (mm)		ALTURA (cm)		DIAMETRO (mm)		ALTURA (cm)	
FACTOR	DIC.1988	MAR.1989	MAR.1990	MAR.1991	MAR.1989	MAR.1991	MAR.1989	MAR.1991	1988-89	1988-91	1988-89	1988-91
POSICION FISIOGRAFICA												
BAJA/ESTE	95.00	91.25	90.00	90.00	8.18ab	34.97ab	52.09bc	292.85b	2.45ab	29.42a	29.02ab	269.12bc
MEDIA/ESTE	97.00	94.69	92.81	91.88	8.87bc	31.21a	44.02ab	219.67ab	2.85b	25.64a	21.64a	195.48ab
CIMA	83.25	82.19	76.88	73.44	7.29a	22.87a	40.86a	161.19a	1.47a	16.73c	19.43a	137.23a
MEDIA/OESTE	94.50	89.69	88.12	88.44	10.41d	45.31bc	60.91cd	322.35bc	5.20c	39.56b	39.22bc	299.30cd
BAJA/OESTE	90.25	83.75	83.44	78.75	9.47c	55.01d	63.35d	446.91c	4.54c	44.09b	46.04c	368.15d
CALIDAD DE PLANTAS												
A	93.00	89.75	87.75	85.75	10.51a	42.97c	58.02a	319.96c	3.25	33.82	36.34a	282.25a
B	95.75	86.50	89.00	87.50	9.26b	36.65c	53.86b	281.08ab	3.21	30.21	32.39b	251.43bd
C	89.00	89.75	84.00	82.50	8.14c	38.58b	50.02c	290.19b	3.24	31.38	28.87c	247.45cd
D	92.75	87.25	84.25	82.25	7.47d	33.30d	47.08d	263.15a	3.52	28.96	26.67c	234.28c
ANALISIS DE VARIANZA												
POSICION FISIOGRAFICA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
CALIDAD DE PLANTAS	*	NS	NS	NS	*	*	*	*	NS	NS	*	*
INTERACCIONES												
POSIC. FISIOG./CALIDAD	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	*	NS	NS

* : Significativo para P 0.05
NS : No significativo
Valores con letras iguales no tienen diferencia significativa.

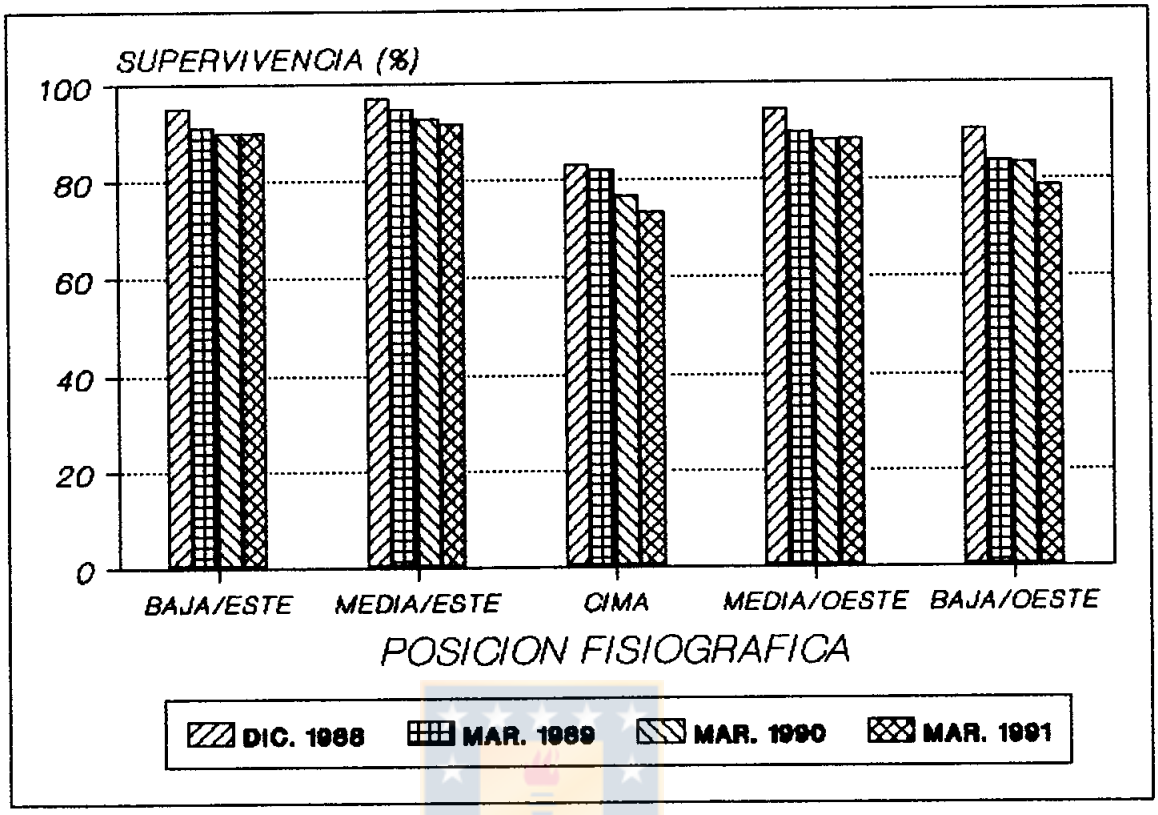

Figura 1. Efecto de la posición fisiográfica en la supervivencia de Eucalyptus globulus en las distintas épocas de evaluación.

Esta situación se resume en la Figura 2, la cual muestra que, a Marzo de 1991, hay efecto de la posición fisiográfica en la supervivencia de **Eucalyptus globulus**, siendo mayor en posición Media/Este.

Por otra parte, para el factor calidad de plantas la Tabla 3 muestra que, para los controles de Diciembre de 1988, Marzo de 1990 y Marzo de 1991, las plantas de la segunda categoría de diámetro (B) logran entre un 2 y 5% más de supervivencia que el resto de las categorías. En tanto, para el control de

Marzo de 1989, la primera y tercera categoría comparten el mayor porcentaje de supervivencia, observándose además

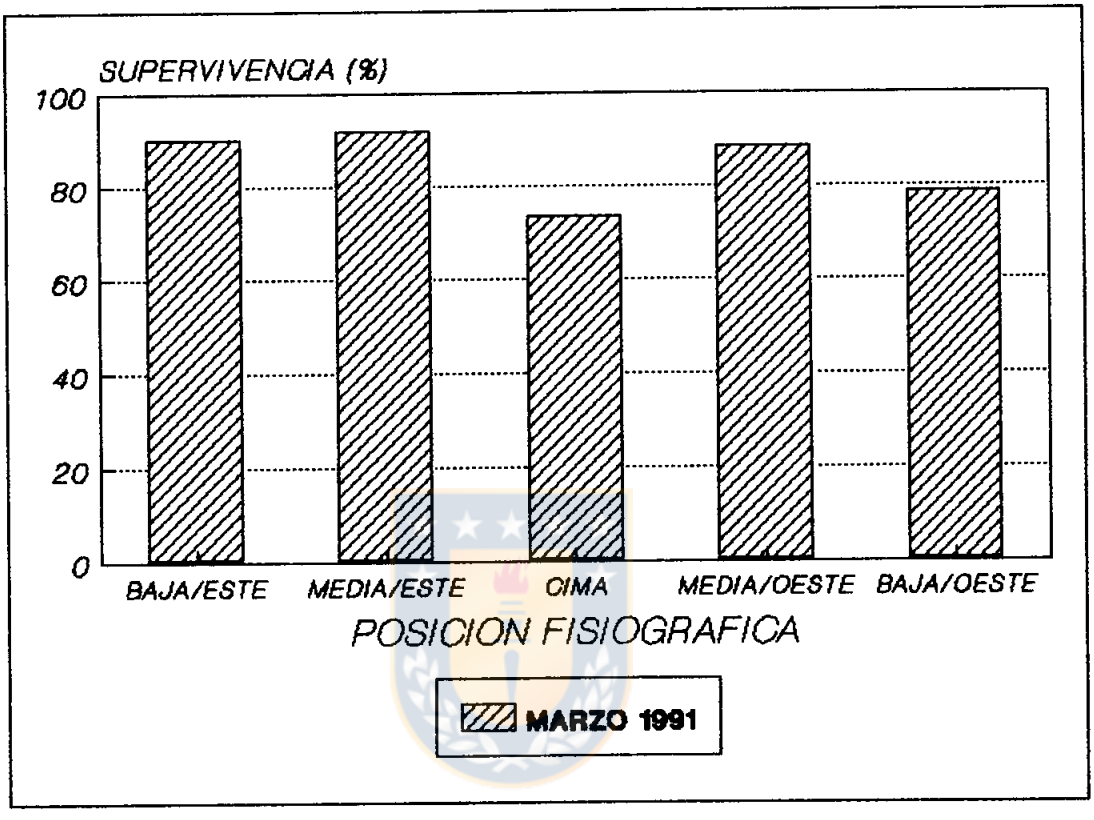

Figura 2. Efecto de la posición fisiográfica en la supervivencia de Eucalyptus globulus después de tres años en terreno.

que, para este período de evaluación, las plantas de la segunda categoría presentan una supervivencia menor que en la temporada siguiente y, de la misma manera, las plantas de tercera categoría muestran un porcentaje mayor al del control anterior. Este comportamiento puede explicarse por el hecho de que **Eucalyptus globulus** es una especie de fácil rebrotación, pudiendo una planta tener el tallo muerto en una

temporada y retoñar en la próxima, produciendo con ello la distorsión mostrada en este estudio.

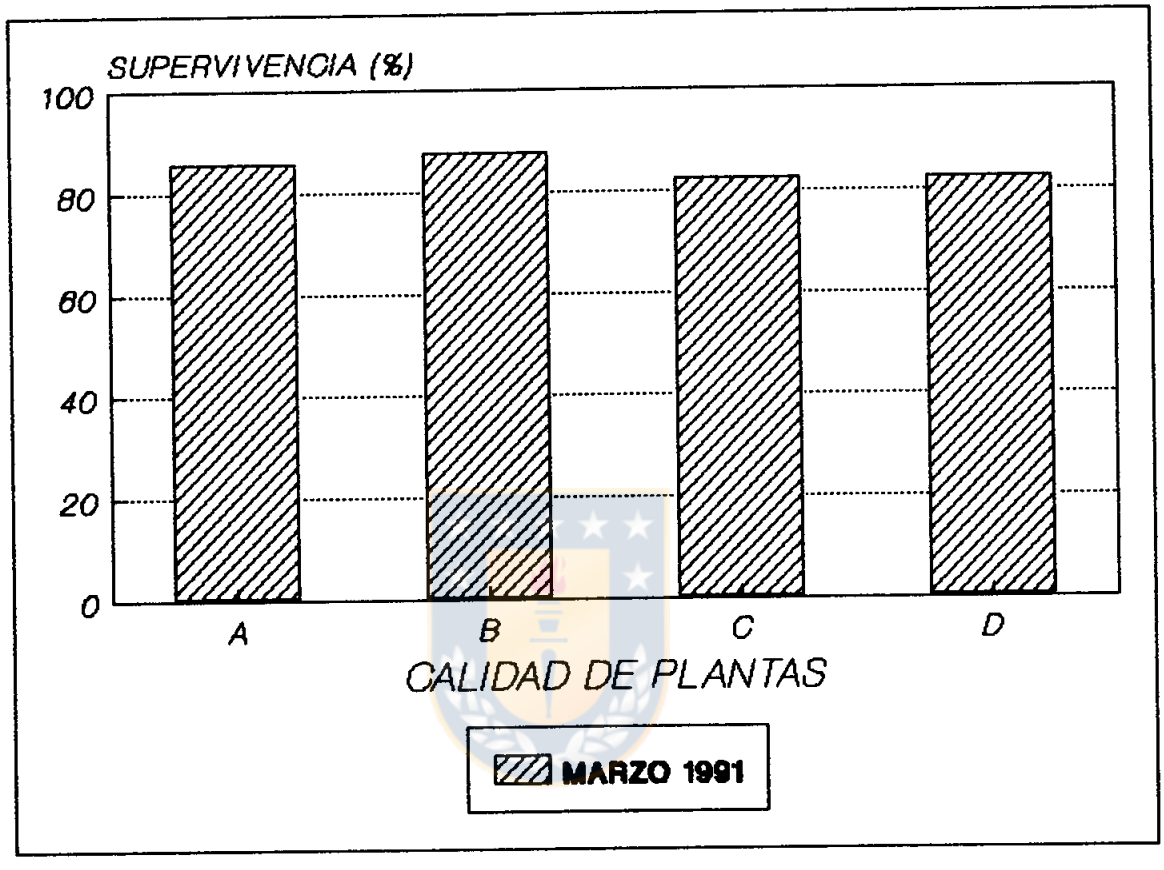

Figura 3. Efecto de la calidad de plantas en la supervivencia de plantas de Eucalyptus globulus después de tres años en terreno.

De cualquier manera, es interesante observar que, transcurridas tres temporadas de establecidas las plantas en terreno (Figura 3), las de la segunda categoría de diámetro superan en supervivencia a sus similares de las restantes categorías, mostrando con ello que existe poca relación entre ambas variables, lo cual contradice lo expresado por Munson (1985) en este sentido y podría estar explicado por lo

señalado por Sánchez (1991) y Escobar et al. (1992), en el sentido de que lo benigno del clima, en el área de estudio, no permite que las distintas categorías de plantas muestren todo su potencial respecto de esta variable, como ocurre cuando los factores limitantes para el establecimiento son mayores (Escobar y Peña, 1985).

4.1.1.2 Diámetro de cuello. Los valores de la Tabla 3 indican que, para esta variable, se producen ciertas variaciones en comportamiento desde Marzo de 1989 a Marzo de 1991. Para la evaluación de 1989 la tabla muestra que, para el factor posición fisiográfica, en ambas exposiciones, el crecimiento en diámetro es mayor hacia la parte media de la pendiente y menor en la base. Al mismo tiempo, para ambas posiciones (base y media) las plantas establecidas al Oeste superan a las plantadas en exposición Este. Además, las plantas establecidas en la cima del cerro son las que logran los valores más bajos de crecimiento en diámetro en ambas temporadas. El análisis estadístico señala que las diferencias son significativas y se producen al comparar los diámetros de las plantas establecidas en las posiciones Media/Este, Media/Oeste y Baja/Oeste con Cima y las de aquellas entre sí.

Sin embargo, para la evaluación de Marzo de 1991, las plantas establecidas en la base de la pendiente, tanto en exposición

Este como Oeste, superan a sus similares de las posiciones media y Cima; en la medición de esta temporada se mantiene el mejor efecto de la exposición Oeste, logrando el diámetro de cuello su máximo valor en posición Baja/Oeste. Nuevamente, el ensayo establecido en Cima es el que resulta ser menos favorable para el crecimiento en diámetro de **Eucalyptus globulus**. Las diferencias son estadisticamente significativas y se producen cuando de compara las medias de las posiciones Baja/Oeste y Media/Oeste con Cima y Media/Este y la de Baja/Oeste con Baja/Este.

En cuanto a calidad de plantas, se producen diferencias significativas en el diámetro de las plantas en ambas temporadas. En la evaluación de 1989 las plantas mantienen una relación directa de diámetro con diámetro inicial, mientras que para Marzo de 1991 esta relación se mantiene sólo para aquellas más gruesas, seguidas de las de tercera, segunda y cuarta categoría.

En relación a los incrementos de la variable diámetro, estos presentan diferencias significativas, para ambos períodos, sólo para el factor posición fisiográfica y su comportamiento guarda la misma relación que el experimentado por el crecimiento en diámetro.

Así, para el período 1988-1989, los incrementos son mayores,

en ambas exposiciones, en la posición media de la pendiente. Sin embargo, y tal como ocurre con crecimiento diamétrico, el incremento es mayor en exposición Oeste, alcanzando su máximo en la posición Media/Oeste. Del mismo modo, la posición Cima es la que presenta los menores incrementos, siendo éstos entre un 40 y 70% más bajos que el resto de las condiciones probadas en este estudio.

Por otra parte, la Tabla 3 muestra el efecto de la calidad de plantas sobre el incremento en diámetro de **Eucalyptus globulus**. De ella se desprende que, durante la primera temporada de crecimiento en terreno, las plantas no muestran efecto de este factor en esta variable; los valores de incremento son muy similares para las distintas categorías de diámetro utilizadas, no presentando diferencias estadísticas entre ellas.

La Figura 4 muestra que, para el período 1988-1991, a diferencia de la primera temporada de evaluación, el incremento en diámetro disminuye a medida que se asciende en la pendiente, siendo las posiciones bajas de la misma las más favorables al crecimiento de la especie. De igual modo, se observa que la exposición Oeste es la que logra los mejores valores de incremento, siendo estos resultados consistentes con los vistos para crecimiento en diámetro.

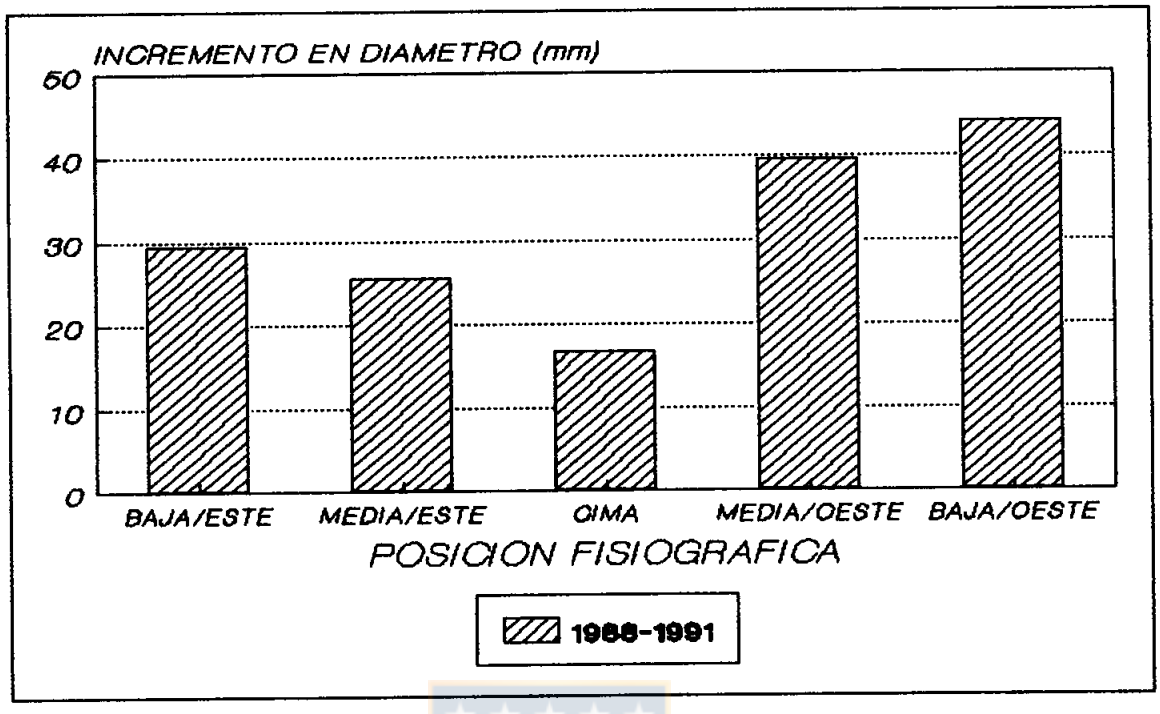

Figura 4. Efecto de la posición fisiográfica en el incremento en diámetro de Eucalyptus globulus para el período 1988-1991.

En cuanto al efecto de la calidad de plantas (Figura 5), el comportamiento del incremento en diámetro es similar al crecimiento para esta variable. De esta forma, las plantas de primera categoría (A: > 10 mm) presentan el mayor incremento diamétrico, seguidas de las de tercera, segunda y cuarta categoría. Las diferencias entre tratamientos no logran significancia estadística.

Por otro lado, la Tabla 3 muestra que, para el período 1988-1989, es significativa la interacción posición fisiográfica-calidad de plantas para esta variable.

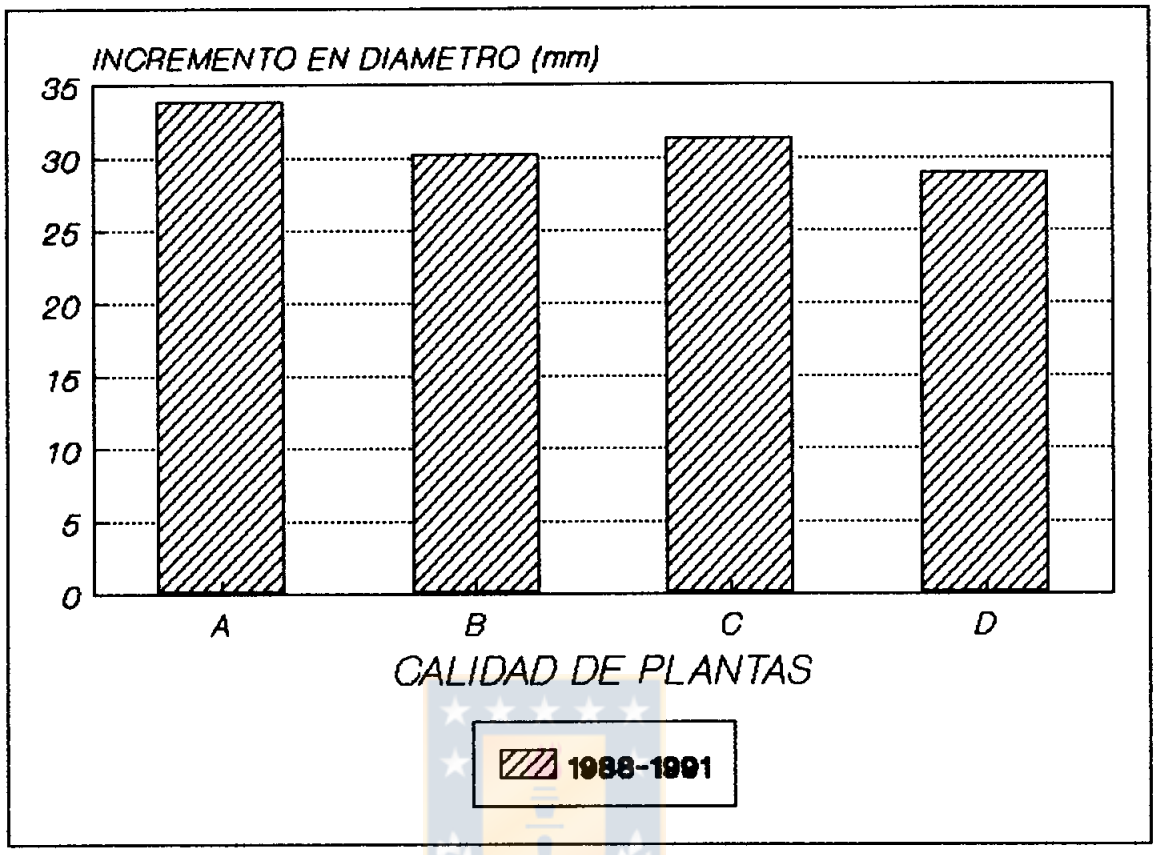

Figura 5. Efecto de la calidad de plantas en el incremento en diámetro de Eucalyptus globulus después de tres años de crecimiento en terreno.

TABLA 4. VALORES MEDIOS DE INCREMENTO EN DIAMETRO DE Eucalyptus globulus PARA LA INTERACCION POSICION FISIOGRAFICA-CALIDAD DE PLANTAS EN EL PERIODO 1988-1989.

POSICION FISIOGRAFICA	CALIDAD DE PLANTAS A	B	C	D	PROMEDIO
	Incremento en diámetro (mm)				
BAJA/ESTE	1.93	2.33	2.62	2.91	2.45
MEDIA/ESTE	2.57	2.61	3.54	2.69	2.85
CIMA	1.51	1.79	1.37	1.24	1.48
MEDIA/OESTE	4.51	5.45	4.88	5.94	5.20
BAJA/OESTE	5.74	3.85	3.78	4.79	4.54
PROMEDIO	3.25	4.01	3.24	3.51	

De los valores de la Tabla 4 se desprende que las distintas calidades de plantas se comportan de manera similar en las distintas posiciones en que son establecidas. Así, las plantas logran mayor incremento en diámetro de cuello en las posiciones bajas de las dos exposiciones probadas; al mismo tiempo, la tabla muestra que el incremento es mayor en exposición Oeste. Por otra parte, se observa que, en promedio, las plantas de la segunda categoría de diámetro (B: 8-10 mm) logran mayor incremento que las restantes categorías y que la posición Media/Oeste es la más beneficiosa para el crecimiento de esta especie.

4.1.1.3 **Altura de plantas.** Para esta variable los valores de la Tabla 3 muestran que, para posición fisiográfica, en ambas temporadas de evaluación, las plantas crecen más en la base de la pendiente y en exposición Oeste. Tal como ocurre con diámetro de cuello, la posición Cima es la que logra el menor crecimiento, evidenciando con ello que las áreas más expuestas no resultan beneficiosas para el crecimiento de la especie.

Para el factor calidad de plantas, en la evaluación de Marzo de 1989, la Tabla 3 muestra que hay una relación directa del diámetro inicial de las plantas con el posterior crecimiento en altura. Sin embargo, transcurridas tres temporadas en

terreno, esta relación se mantiene sólo para las plantas inicialmente más gruesas, seguidas en altura por las de tercera, segunda y cuarta categoría. Nuevamente el comportamiento es consistente con el mostrado por crecimiento en diámetro de las plantas.

Respecto del incremento en altura, la tabla muestra que, para posición fisiográfica, el comportamiento es similar para ambos períodos de evaluación y, además, es consistente con crecimiento para la misma variable.

La Figura 6 muestra que el incremento, en el período total de estudio, es superior en la base de la pendiente, disminuyendo en la medida que se asciende por la misma, y que la exposición Oeste es la que brinda las mejores condiciones para el crecimiento de la especie.

Para calidad de plantas, la Figura 7 muestra que las plantas de mayor diámetro inicial son las que logran el mejor incremento en altura, manteniendo para las restantes categorías la relación directa con diámetro de cuello inicial.

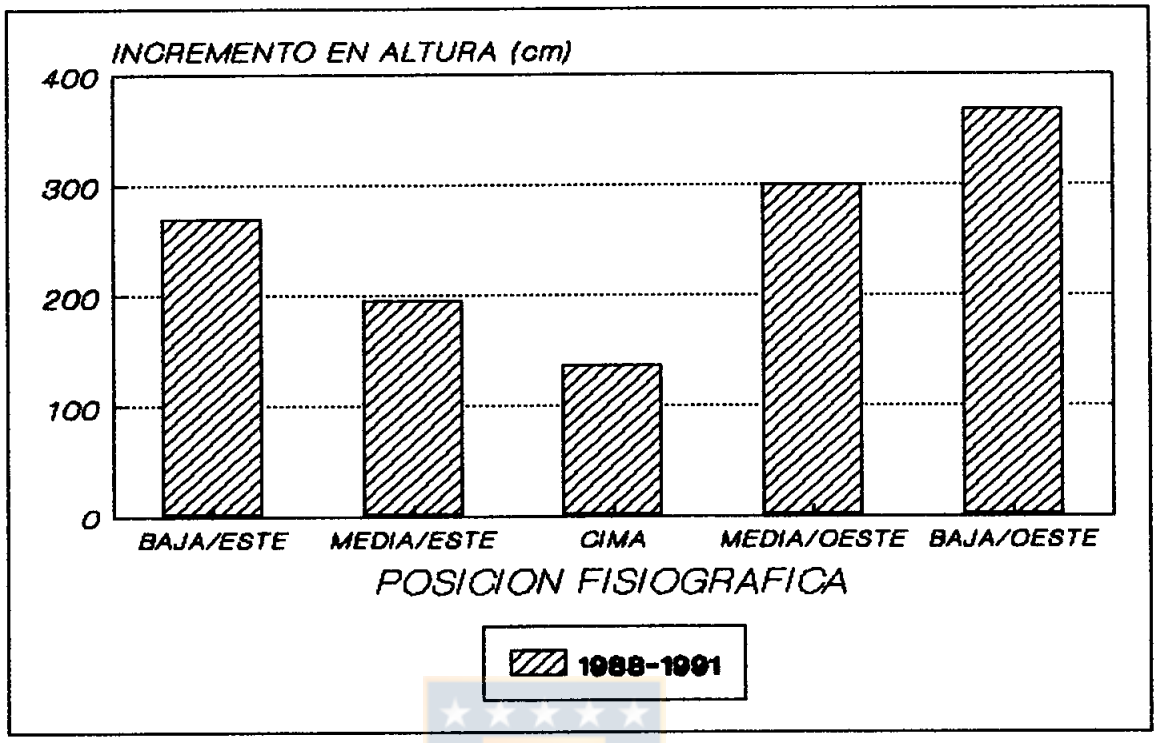

Figura 6. Efecto de la posición fisiográfica en el incremento en altura de Eucalyptus globulus después de tres años en terreno.

Del análisis general de la Tabla 3 se desprende finalmente que la supervivencia para **Eucalyptus globulus** es mayor en exposición Este y en la parte media de la pendiente, mientras que la exposición Oeste y base de la misma es la que ofrece las mejores condiciones para el crecimiento, tanto en diámetro como en altura, de las plantas de esta especie. Esto lleva a pensar que, para conciliar ambas variables, supervivencia y crecimiento, dentro de planes operativos de repoblación, sería recomendable, por una parte, aumentar la densidad de plantación en aquellas áreas cuyas condiciones fisiográficas sean menos favorables, a fin de obtener una

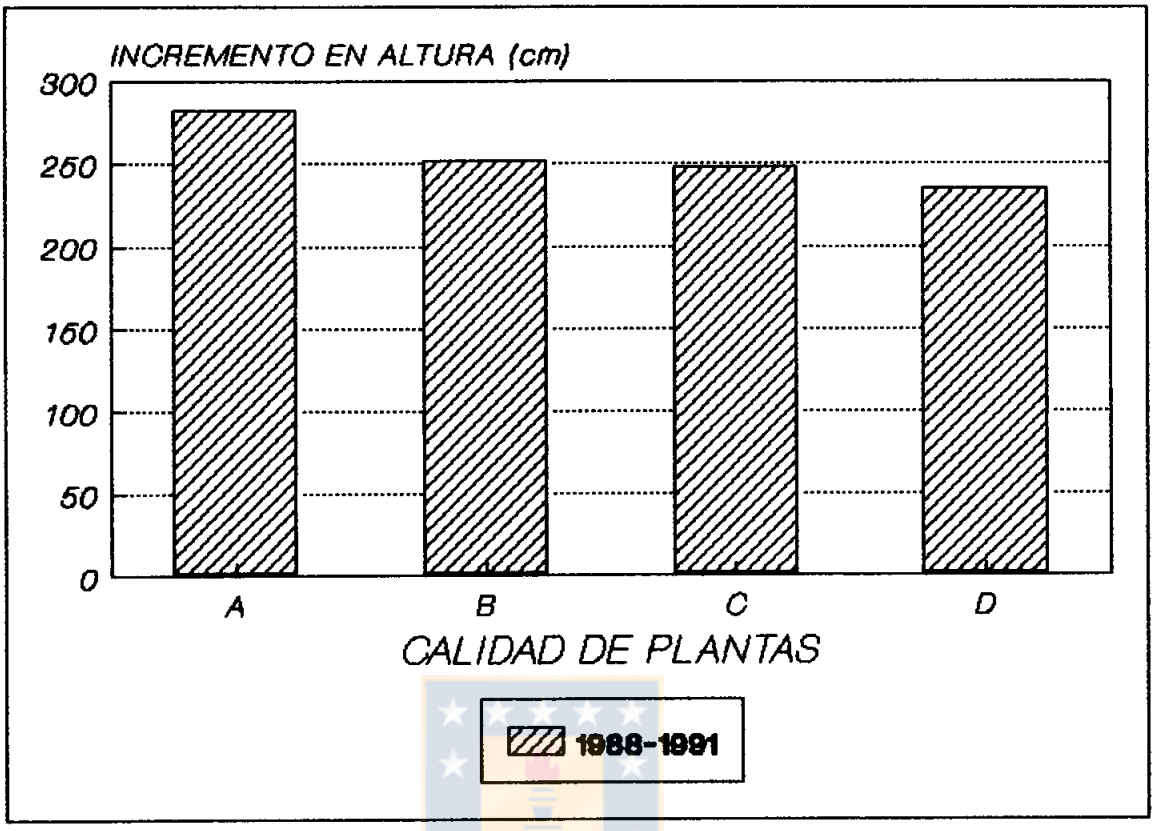

Figura 7. Efecto de la calidad de plantas en el incremento en altura de Eucalyptus globulus después de tres años en terreno.

masa homogénea en crecimiento y de máximo rendimiento al momento de la cosecha; o, por otro lado, extremar las medidas de preparación de sitio para plantación tendientes a eliminar la competencia interespecífica, a fin de asegurar una mayor supervivencia en aquellas áreas cuyas condiciones fisiográficas resulten menos favorables al crecimiento de la especie.

4.1.2 Pseudotsuga menziesii. En la Tabla 5 se muestran los valores medios de supervivencia para las evaluaciones de Diciembre de 1988, Marzo de 1989, 1990 y 1991; diámetro de cuello y altura de plantas para Marzo de 1989 y 1991 e incrementos de ambas variables en los períodos 1988-1989 y 1988-1991.

4.1.2.1 Supervivencia. Los valores de la Tabla 5 muestran que, para posición fisiográfica, en la evaluación de Diciembre de 1988 la supervivencia es de 100% en todas las condiciones excepto Cima, la cual presenta un 0,42% de mortalidad a cinco meses del establecimiento. A partir de la evaluación de Marzo de 1989, sin embargo, la supervivencia es mayor a 85% en todos los casos y mayor a 94% en exposición Este.

Así, la Figura 8 muestra que la supervivencia es mayor en posición Media/Este, seguida por Cima. Transcurridas tres temporadas en terreno, el menor número de plantas vivas se logra en ambas posiciones de la exposición Oeste.

Para el factor calidad de plantas, la Figura 9 muestra que ésta no tiene un efecto significativo en la supervivencia de la especie, siendo muy similar en todas las evaluaciones, para los distintos tipos de plantas.

TABLA 5. VALORES MEDIOS DE SUPERVIVENCIA (%), DIAMETRO DE CUELLO (mm), ALTURA (cm) E INCREMENTOS EN DIAMETRO (mm) Y ALTURA (cm) POR FACTOR Y PARA LAS FECHAS QUE SE INDICAN PARA LA ESPECIE Pseudotsuga menziesii.

	S U P E R V I V E N C I A (%)				C R E C I M I E N T O				I N C R E M E N T O S			
					DIAMETRO (mm)		ALTURA (cm)		DIAMETRO (mm)		ALTURA (cm)	
FACTOR	DIC.1988	MAR.1989	MAR.1990	MAR.1991	MAR.1989	MAR.1991	MAR.1989	MAR.1991	1988-89	1988-91	1988-89	1988-91
POSICION FISIOGRAFICA												
BAJA/ESTE	100.00	98.75	95.83	94.17	13.75abd	42.25b	53.43	215.19c	4.32b	32.71b	15.14a	176.52b
MEDIA/ESTE	100.00	99.17	98.33	97.92	13.37ab	44.32bc	52.63	186.57b	4.01b	34.79b	14.31a	147.61c
CIMA	99.58	99.17	95.42	94.58	13.03a	38.35a	51.28	158.50a	3.13a	28.32a	13.29a	120.06a
MEDIA/OESTE	100.00	93.83	86.67	85.42	14.34cd	46.49c	52.67	177.61b	5.43c	37.49c	13.50a	136.73d
BAJA/OESTE	100.00	98.75	93.33	85.42	13.58abc	38.27a	51.65	155.70a	3.68ab	28.16a	10.60b	114.43a
CALIDAD DE PLANTAS												
A	100.00	98.50	94.50	92.00	15.33a	46.09a	61.07a	193.47a	4.30a	34.87a	13.64	144.99a
B	100.00	98.00	94.00	92.00	13.28b	41.32b	51.67b	177.99b	3.89b	31.78b	13.18	142.21a
C	99.75	98.50	93.25	90.50	12.23c	38.41c	44.25c	164.68c	4.15a	30.23c	13.29	133.36b
ANALISIS DE VARIANZA												
POSICION FISIOGRAFICA	NS	NS	NS	NS	*	*	NS	*	*	*	*	*
CALIDAD DE PLANTAS	NS	NS	NS	NS	*	*	*	*	*	*	NS	*
INTERACCIONES												
POSIC. FISIOG./CALIDAD	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	*

* : Significativo para P 0.05
NS : No significativo
Valores con letras iguales no tienen diferencia significativa.

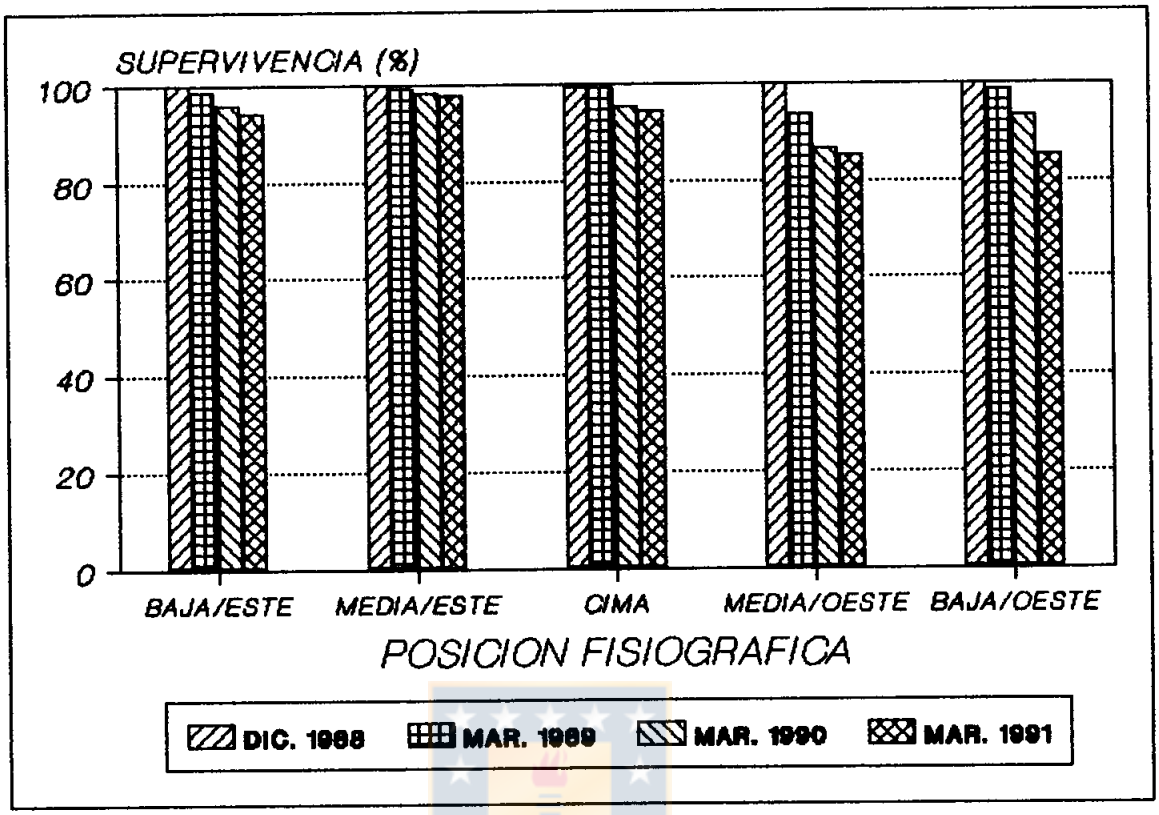

Figura 8. Efecto de la posición fisiográfica en la supervivencia de Pseudotsuga menziesii para las distintas épocas de evaluación.

4.1.2.2 Diámetro de cuello. Al analizar los valores de la Tabla 5 se desprende que, en la primera temporada en terreno, la posición fisiográfica no juega un rol importante en el crecimiento en diámetro de **Pseudotsuga menziesii**, por cuanto los valores alcanzados son muy similares para las distintas condiciones probadas en este estudio. Sin embargo, transcurridas tres temporadas, la misma tabla muestra que las plantas logran un mayor diámetro cuando son establecidas en posición Media/Oeste, mientras que las condiciones Cima y

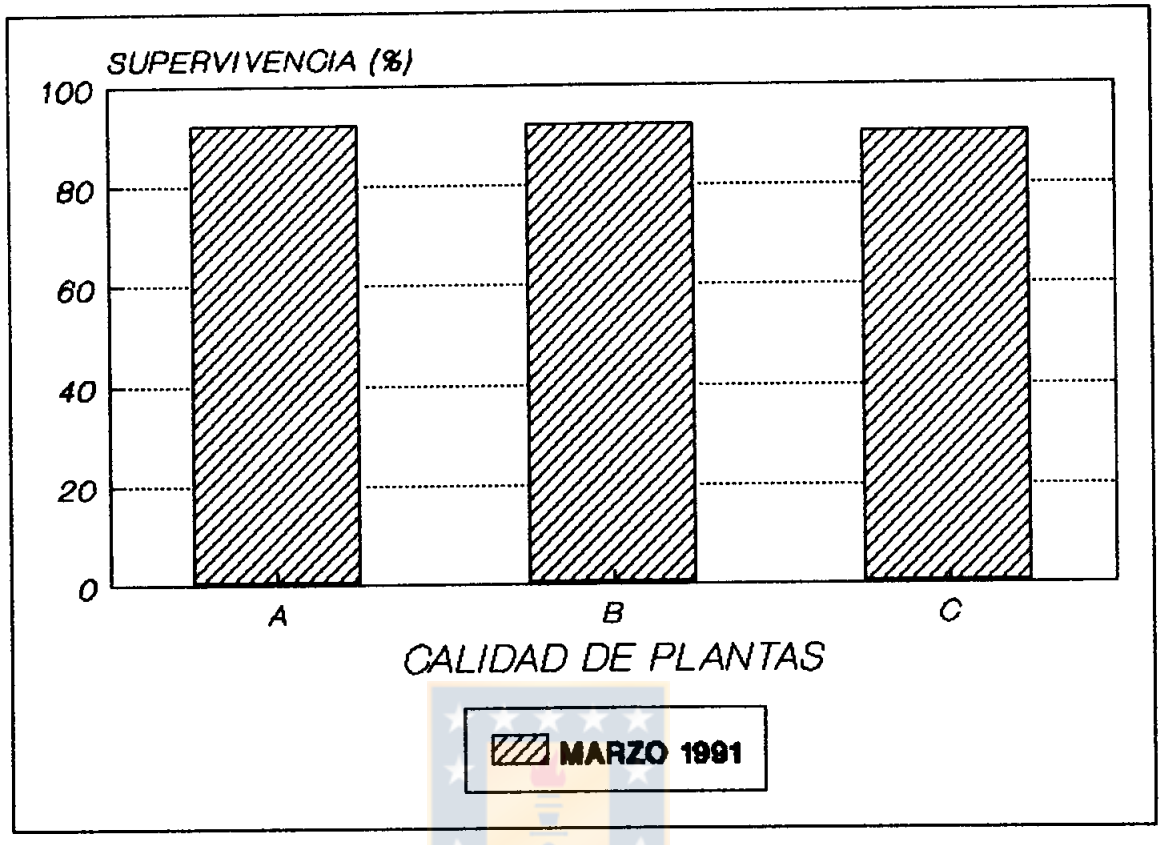

Figura 9. Efecto de la calidad de plantas en la supervivencia de Pseudotsuga menziesii a tres años del establecimiento.

Baja/Oeste son las menos favorables al crecimiento de pino oregón.

Por otra parte, para el factor calidad de plantas, en ambas temporadas, las plantas mantienen una relación directa con diámetro inicial, siendo las más gruesas las que alcanzan el mayor crecimiento en esta variable.

Respecto de los incrementos, para el período 1988-1989, la Tabla 5 muestra que el mayor incremento se logra en posición

Media/Oeste. A su vez, las posiciones Cima y Baja/Oeste comparten valores muy similares de incremento diamétrico y lo mismo ocurre para las dos condiciones ubicadas al Este.

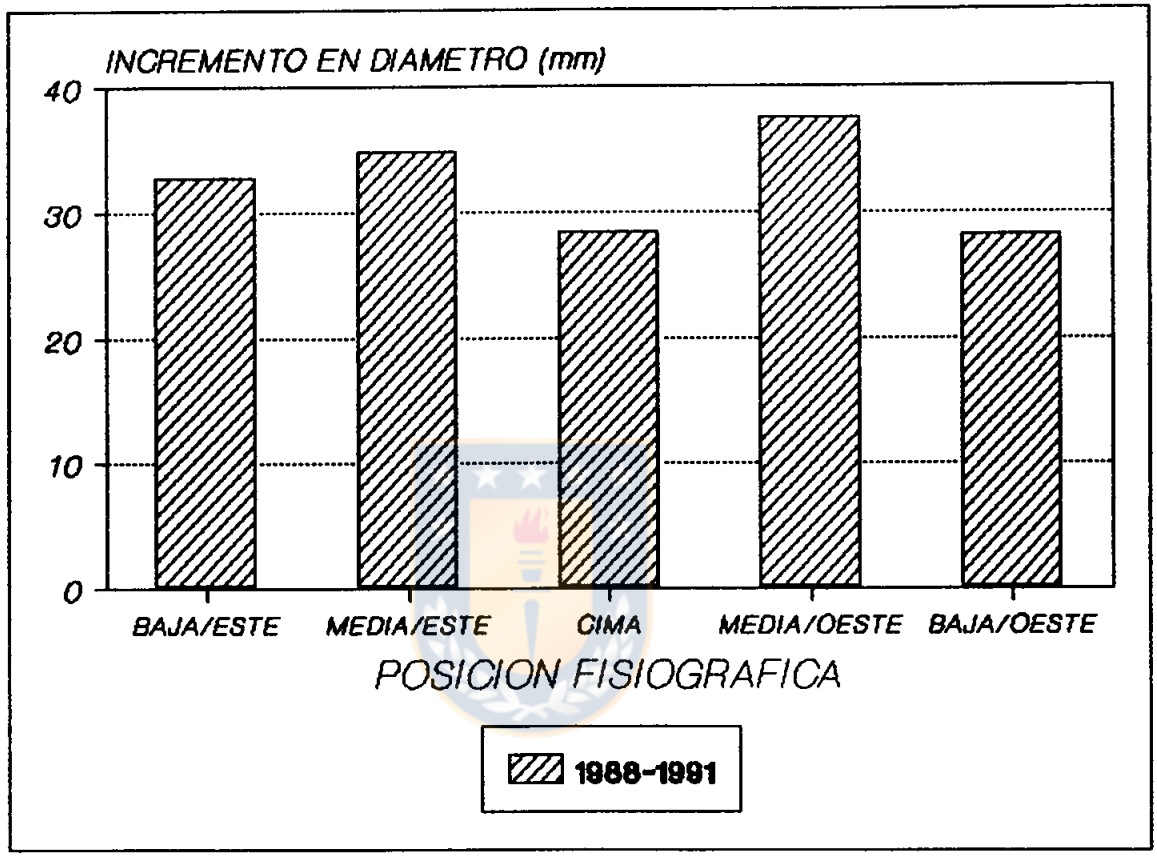

Figura 10. Efecto de la posición fisiográfica en el incremento en diámetro de Pseudotsuga menziesii después de tres años en terreno.

Para el período 1988-1991 (Figura 10) el comportamiento es muy similar al mostrado durante la primera temporada en terreno, manteniendo la posición Media/Oeste su mejor efecto sobre esta variable.

Para calidad de plantas, la Tabla 5 muestra que, durante el

primer período de evaluación, el mayor incremento en diámetro es logrado por las plantas de primera y tercera categoría, mientras que las de categoría intermedia son las que logran el menor incremento. En este sentido, no se mantiene el comportamiento consistente con el crecimiento en diámetro, pero, como se aprecia en la Figura 11, luego de tres temporadas el incremento de las plantas es concordante con el diámetro inicial como con crecimiento en diámetro.

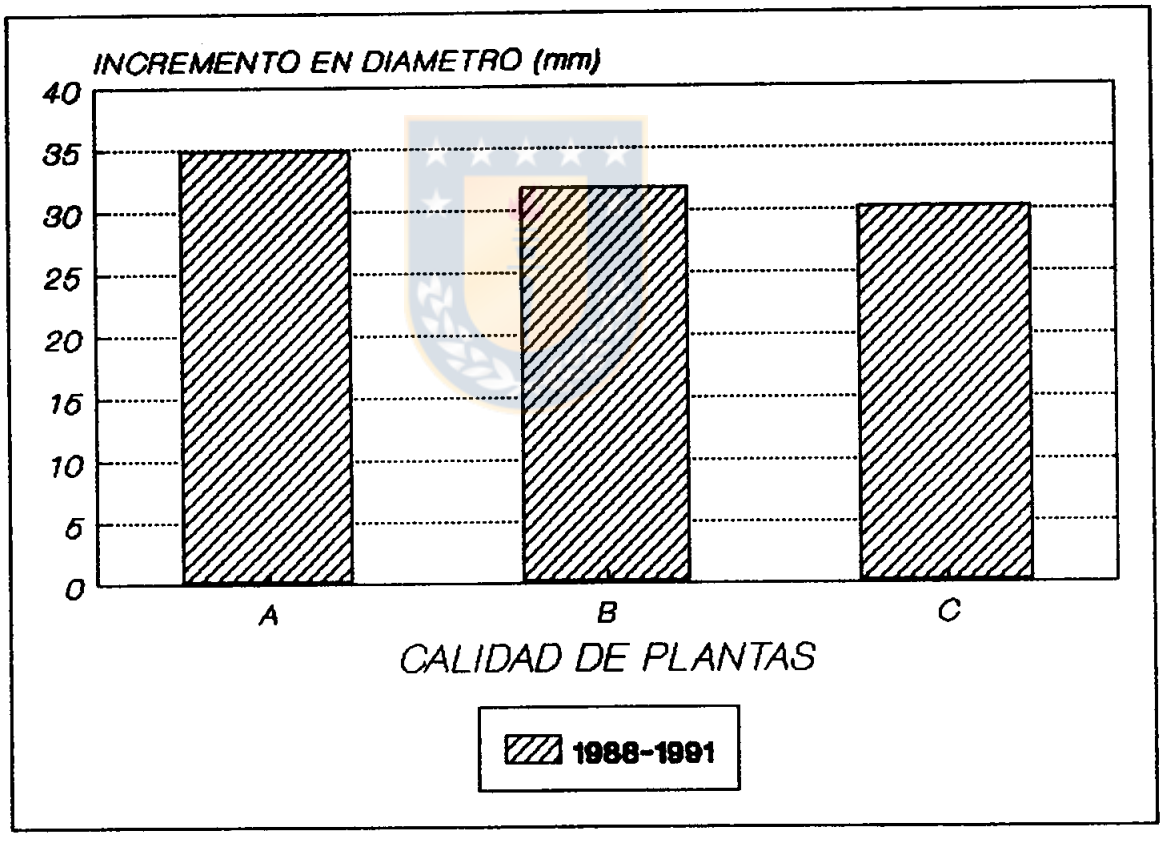

Figura 11. Efecto de la calidad de plantas en el incremento en diámetro de Pseudotsuga menziesii después de tres años del establecimiento.

4.1.2.3 Altura de plantas. Tal como ocurre con el diámetro, el crecimiento en altura de las plantas, respecto de la posición fisiográfica, es muy similar para todas las condiciones durante la primera temporada en terreno (Tabla 5). Sin embargo, para esta variable, la posición Baja/Este logra una pequeña ventaja respecto de las otras posiciones, la cual no alcanza significancia estadística. Para la evaluación de Marzo de 1991, se producen diferencias significativas, siendo nuevamente la posición Baja/Este la que presenta mayor crecimiento en altura.

El comportamiento antes descrito plantea una situación de difícil solución, por cuanto los mejores crecimientos, tanto en diámetro como en altura, no se alcanzan en posiciones similares sino opuestas.

En cuanto al efecto de la calidad de plantas, al igual que diámetro, la altura mantiene la relación directa con diámetro inicial para ambas temporadas de evaluación.

El incremento en altura, por otra parte, mantiene para ambos períodos un comportamiento similar respecto de la posición fisiográfica.

Al igual que con crecimiento, la Figura 12 muestra que las plantas establecidas en posición Baja/Este son las que logran

los mayores valores de incremento en altura, mientras que la posición Baja/Oeste es la menos favorable.

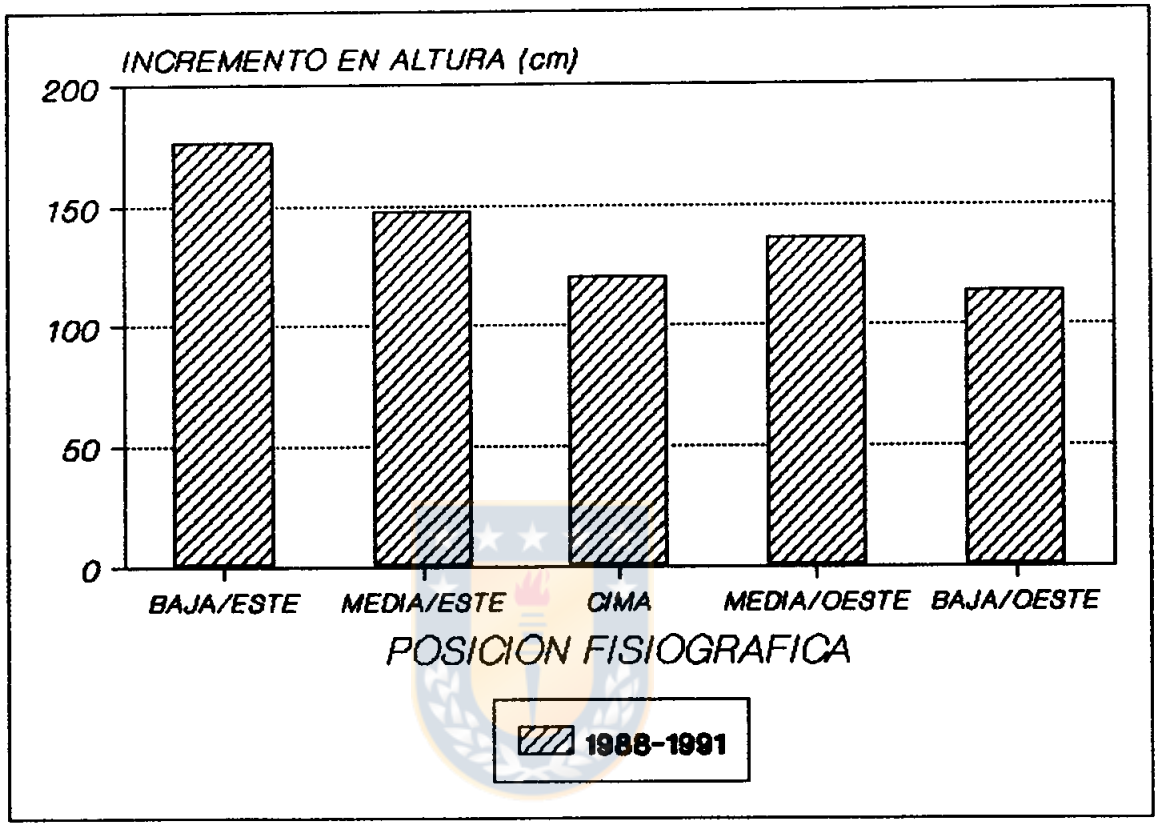

Figura 12. Efecto de la posición fisiográfica en el incremento en altura de Pseudotsuga menziesii después de tres años en terreno.

Por otra parte, la calidad de plantas durante el primer período de evaluación no muestra efecto sobre el incremento en altura, mientras que al considerar el período total de estudio (1988-1991), las plantas de primera y segunda categoría de diámetro inicial alcanzan valores muy similares y, a su vez, superiores a los de la tercera categoría (Figura 13).

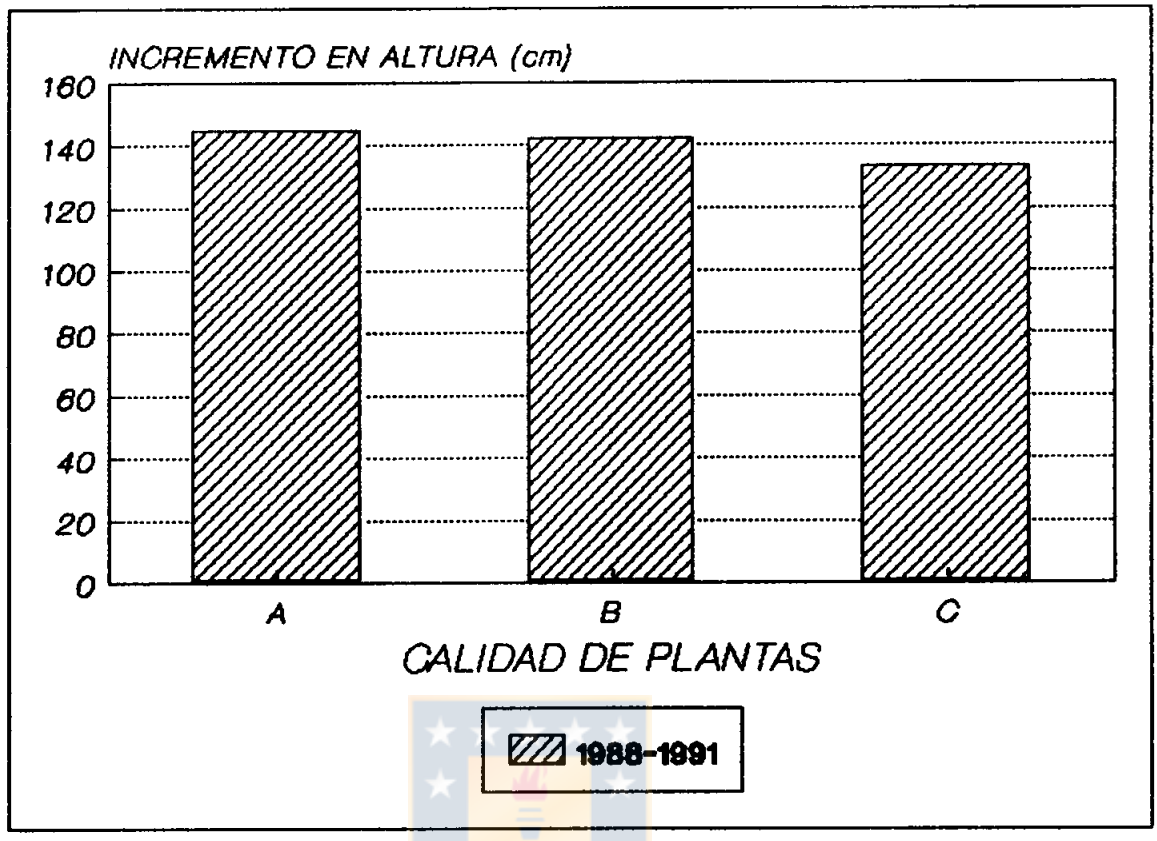

Figura 13. Efecto de la calidad de plantas en el incremento en altura de Pseudotsuga menziesii después de tres años en terreno.

La Tabla 5 muestra, además, que para el crecimiento en altura de Marzo de 1991 e incremento de la misma variable en el período 1988-1991, es significativa la interacción posición fisiográfica-calidad de plantas (Tablas 6 y 7, respectivamente).

TABLA 6. VALORES MEDIOS DE ALTURA DE PLANTAS DE **Pseudotsuga menziesii** PARA LA INTERACCION POSICION FISIOGRAFICA-CALIDAD DE PLANTAS EN MARZO DE 1991.

POSICION FISIOGRAFICA	CALIDAD DE PLANTAS A	B	C	PROMEDIO
	Altura (cm)			
BAJA/ESTE	234.86	209.83	200.88	215.19
MEDIA/ESTE	203.01	182.83	173.87	186.57
CIMA	166.08	159.61	149.80	158.49
MEDIA/OESTE	196.07	178.28	158.48	177.61
BAJA/OESTE	167.31	159.42	140.36	155.70
PROMEDIO	193.47	177.99	164.68	

Los valores de la tabla anterior muestran que, para las distintas posiciones fisiográficas, las plantas de mayor diámetro inicial logran una mayor altura promedio que aquellas de diámetros menores y, además, el crecimiento de esta especie es mayor en la posición Baja/Este.

La situación es similar, cuando se analiza el comportamiento de esta interacción respecto del incremento para la misma variable (Tabla 7): en promedio, las plantas más gruesas incrementan más que las más delgadas, siendo mayor el valor alcanzado cuando son establecidas en la parte baja de la exposición Este; así mismo, en la posición Cima, los valores de incremento son muy similares para los diferentes tipos de plantas.

TABLA 7. VALORES MEDIOS DE INCREMENTO EN ALTURA DE PLANTAS DE **Pseudotsuga menziesii** PARA LA INTERACCION POSICION FISIOGRAFICA-CALIDAD DE PLANTAS EN EL PERIODO 1988-1991.

POSICION FISIOGRAFICA	CALIDAD DE PLANTAS A	B	C	PROMEDIO
	Altura (cm)			
BAJA/ESTE	187.96	171.20	170.40	176.52
MEDIA/ESTE	153.21	146.14	143.47	147.61
CIMA	118.52	121.15	120.50	120.06
MEDIA/OESTE	147.04	136.49	126.67	136.73
BAJA/OESTE	118.23	119.31	105.75	114.43
PROMEDIO	144.99	138.86	133.36	

4.1.3 Pinus radiata. En la Tabla 8 se presentan los valores medios de supervivencia para los controles de Diciembre de 1988, Marzo de 1989, 1990 y 1991; diámetro de cuello y altura de plantas para Marzo de 1989 y 1991 e incrementos de ambas variables en los periodos 1988-1989 y 1988-1991.

4.1.3.1 Supervivencia. De los valores de la Tabla 8 se desprende que, para el factor posición fisiográfica, la supervivencia promedio es mayor, después de tres temporadas en terreno, para aquellas posiciones ubicadas al Este, siendo mejor en este caso en la posición Baja/Este.

A su vez, la Tabla 8 muestra que la posición contraria, Baja/Oeste, es la que alcanza el menor número de plantas vivas, llegando éstas al 92,5% de lo plantado (Figura 14).

TABLA 8. VALORES MEDIOS DE SUPERVIVENCIA (%), DIAMETRO DE CUELLO (mm), ALTURA (cm) E INCREMENTOS EN DIAMETRO (mm) Y ALTURA (cm) POR FACTOR Y PARA LAS FECHAS QUE SE INDICAN PARA LA ESPECIE Pinus radiata.

	SUPERVIVENCIA (%)				CRECIMIENTO DIAMETRO (mm)		CRECIMIENTO ALTURA (cm)		INCREMENTOS DIAMETRO (mm)		INCREMENTOS ALTURA (cm)	
FACTOR	DIC.1988	MAR.1989	MAR.1990	MAR.1991	MAR.1989	MAR.1991	MAR.1989	MAR.1991	1988-89	1988-91	1988-89	1988-91
POSICION FISIOGRAFICA												
BAJA/ESTE	100.00	99.58	99.17	98.33	10.58ab	54.88a	61.01b	234.19b	1.40c	50.03a	31.07c	204.06b
MEDIA/ESTE	100.00	99.58	98.75	97.50	8.88c	48.12b	48.30a	175.26a	0.86ab	42.79b	18.97b	145.77a
CIMA	93.75	95.83	95.83	94.58	7.83d	28.75c	44.53c	116.40c	0.76a	23.83c	15.07a	86.67c
MEDIA/OESTE	100.00	99.17	97.50	96.67	9.93a	40.75d	48.52a	169.34a	1.22bc	35.68d	16.63ab	136.86a
BAJA/OESTE	99.67	100.00	98.75	92.50	11.02b	54.73e	56.28d	225.26b	1.36c	49.36a	24.20d	193.13b
CALIDAD DE PLANTAS												
A	98.50	99.25	98.75	97.25	10.51a	47.31a	55.74a	191.25a	1.12	41.52a	20.91a	156.12a
B	99.00	99.00	98.50	96.25	9.75b	46.21a	52.32b	186.16b	1.18	41.11a	22.72b	156.30a
C	98.50	98.25	96.75	94.25	8.67c	42.81b	47.13c	174.86c	1.07	38.38b	19.93a	147.47b
ANALISIS DE VARIANZA												
POSICION FISIOGRAFICA	NS	NS	NS	NS	*	*	*	*	*	*	*	*
CALIDAD DE PLANTAS	NS	NS	NS	NS	*	*	*	*	NS	*	*	*
INTERACCIONES												
POSIC. FISIOG./CALIDAD	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	*	NS

* : Significativo para P 0.05
NS : No significativo
Valores con letras iguales no tienen diferencia significativa.

Sin embargo, la supervivencia es alta para todas las posiciones fisiográficas y las diferencias mencionadas no son significativas.

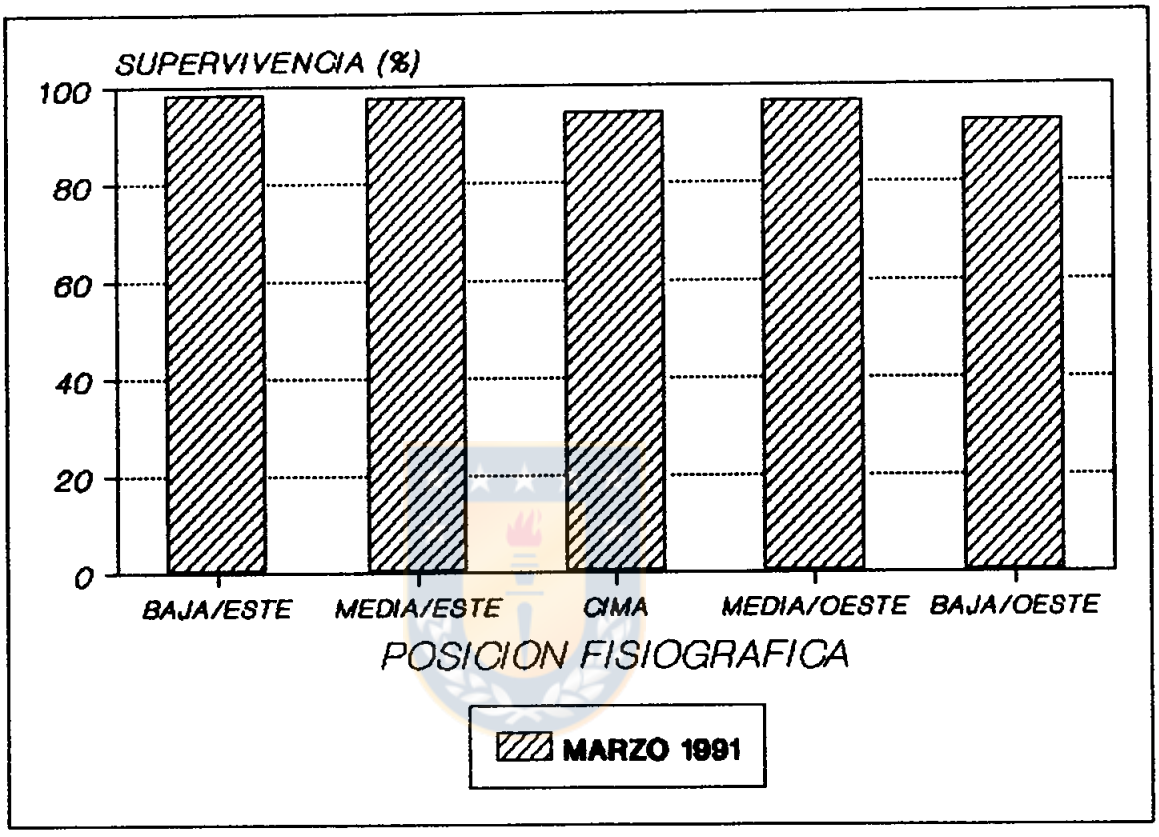

Figura 14. Efecto de la posición fisiográfica en la supervivencia de plantas de Pinus radiata después de tres años en terreno.

En la Figura 15 se observa también que, hasta Marzo de 1990, el ensayo Cima era el que lograba los menores valores de supervivencia, no manteniéndose esta situación a la siguiente temporada.

Para calidad de plantas, la Figura 16 muestra que este factor

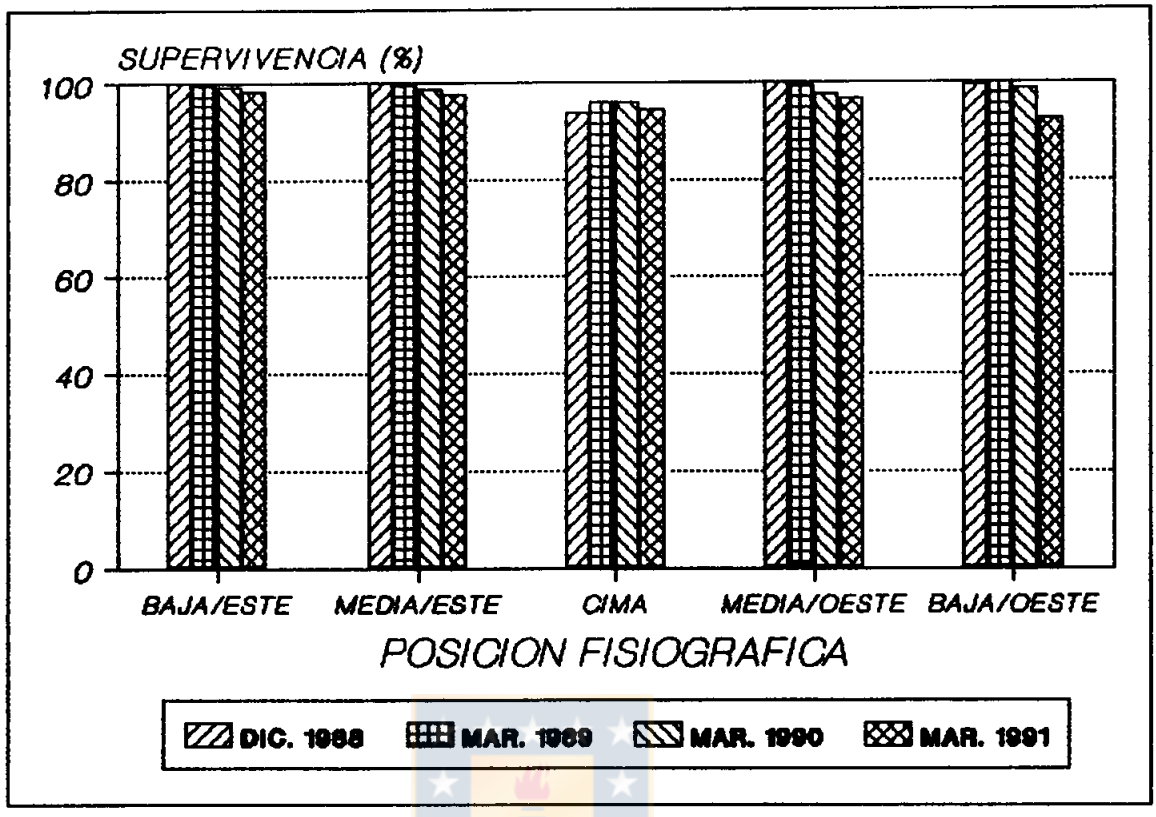

Figura 15. Efecto de la posición fisiográfica en la supervivencia de plantas de Pinus radiata en las distintas temporadas de evaluación.

tiene muy poca incidencia en la supervivencia de **Pinus radiata**, no existiendo más de 3% de diferencia entre las distintas categorías de diámetro utilizadas como criterio de clasificación. Cabe recordar lo señalado por Sánchez (1991) y Escobar et al. (1992) respecto de que, en climas benignos, los distintos tipos de plantas, al no estar sometidas a fuerte estrés, no llegan a manifestar todo su potencial en esta variable, como sucede cuando las plantas son establecidas en áreas donde el clima es más riguroso, especialmente referido a veranos secos.

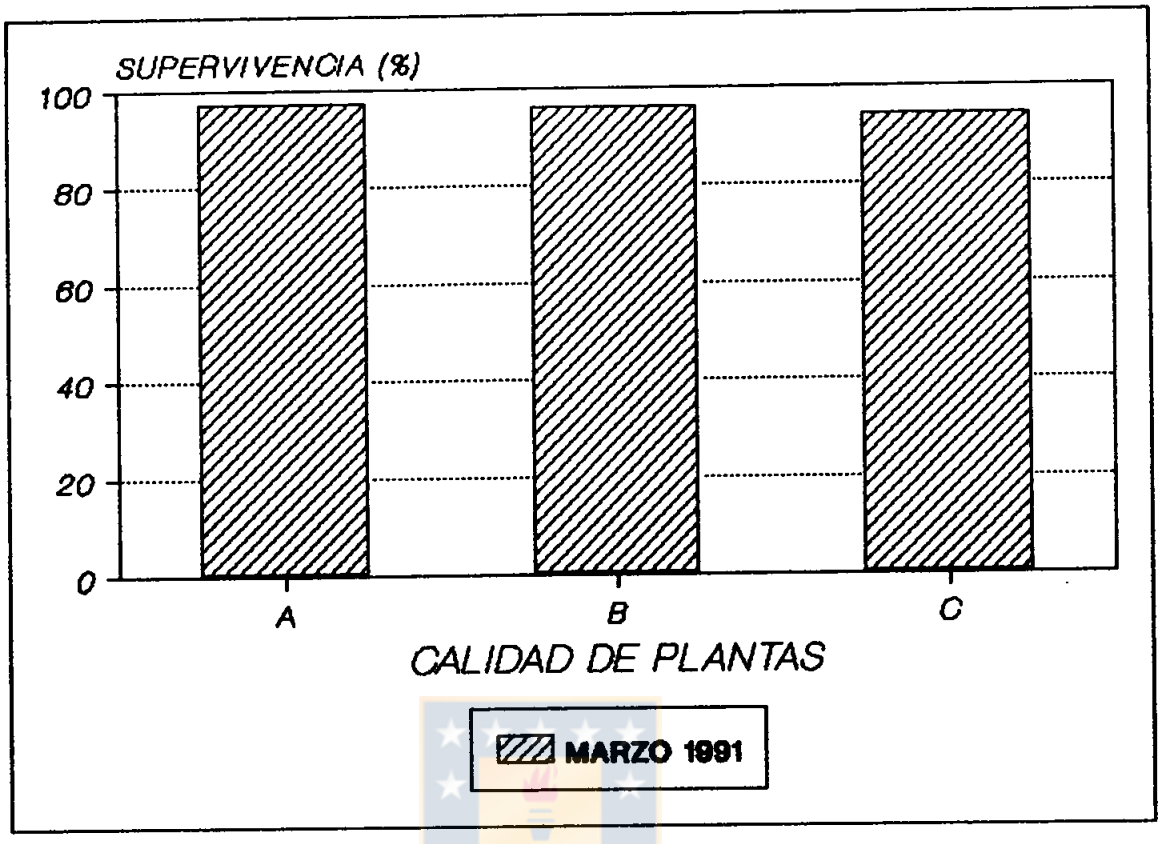

Figura 16. Efecto de la calidad de plantas en la supervivencia de Pinus radiata después de tres años del establecimiento.

4.1.3.2 Diámetro de cuello. En los valores de la Tabla 8 se aprecia que, para posición fisiográfica, en la evaluación de Marzo de 1989, las plantas logran mayores diámetros de cuello hacia la base de la pendiente, disminuyendo en la medida que se asciende por la misma y a su vez, los valores son levemente superiores en las posiciones ubicadas en exposición Oeste. Para la temporada de Marzo de 1991 la situación es relativamente similar; las plantas establecidas en la base de la pendiente alcanzan valores de diámetro muy similares y

superan a aquellas que se establecen hacia la parte superior de la misma. Sin embargo, para este evaluación, las plantas establecidas en exposición Este logran, en promedio, un mayor diámetro que las establecidas al Oeste.

En cuanto al efecto de la calidad de plantas, la Tabla 8 muestra que, para ambas temporadas, las plantas de mayor diámetro inicial logran los mayores crecimientos, manteniéndose una relación directa entre ambas variables.

Cuando se analiza el incremento en diámetro, se observa que el comportamiento es consistente con el mostrado para crecimiento de la misma variable.

Así, la Figura 17 muestra que, transcurridas tres temporadas desde la plantación, hay un efecto mucho más marcado de la posición en la pendiente que de la exposición y las plantas de **Pinus radiata** logran mayor incremento en diámetro cuando son establecidas en posición baja de la pendiente en ambas exposiciones.

De igual forma, cuando se analiza el efecto de la calidad de plantas en esta variable, la Tabla 8 muestra que, para ambos períodos considerados, las plantas mantienen la misma relación directa con diámetro inicial que la vista para crecimiento. Así, la Figura 18 deja de manifiesto que, luego

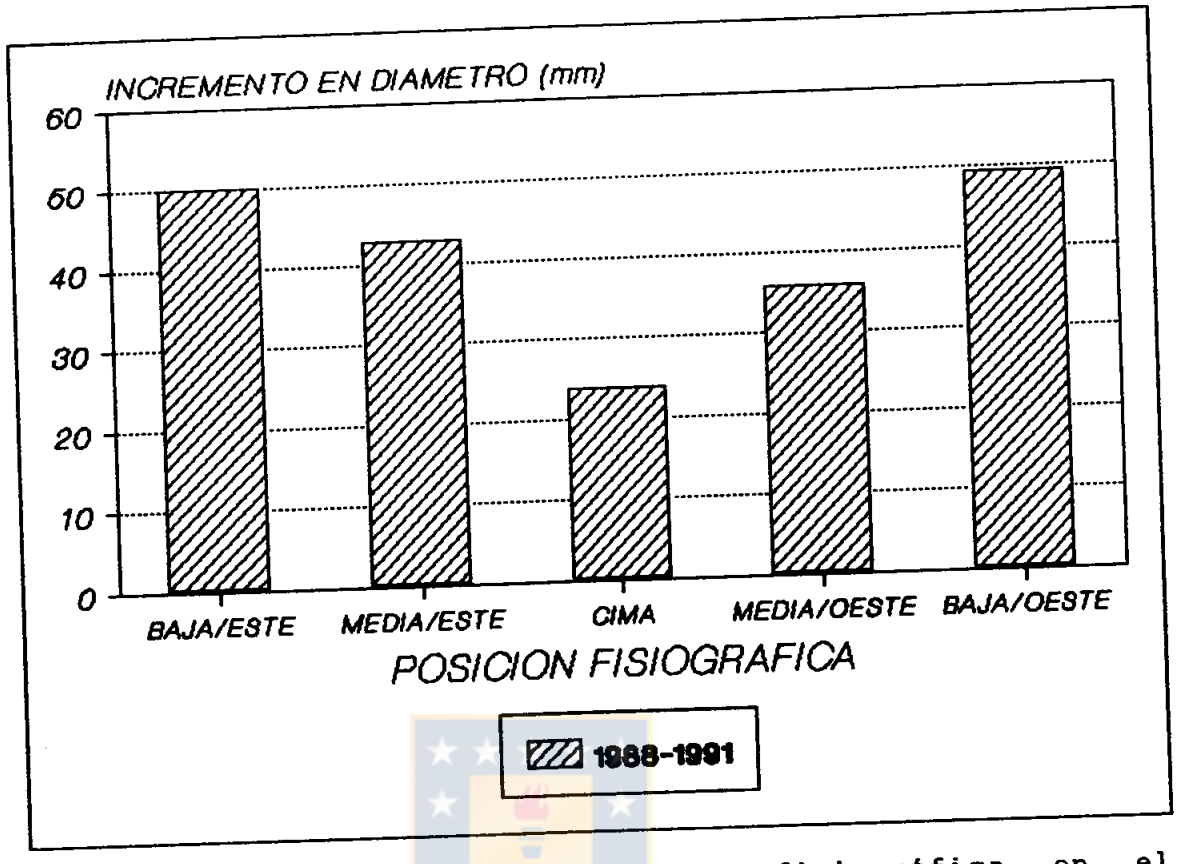

Figura 17. Efecto de la posición fisiográfica en el incremento en diámetro de Pinus radiata después de tres años.

de tres temporadas en terreno, las plantas inicialmente más gruesas alcanzan un mayor incremento en diámetro que las más delgadas.

4.1.3.3 Altura de plantas. Para esta variable la Tabla 8 muestra que, para posición fisiográfica, el comportamiento de esta especie es muy similar en ambas temporadas de evaluación. Al igual que para crecimiento en diámetro de cuello, luego de tres temporadas de crecimiento en terreno

las plantas alcanzan una mayor altura hacia las partes bajas de la pendiente y en exposición Este.

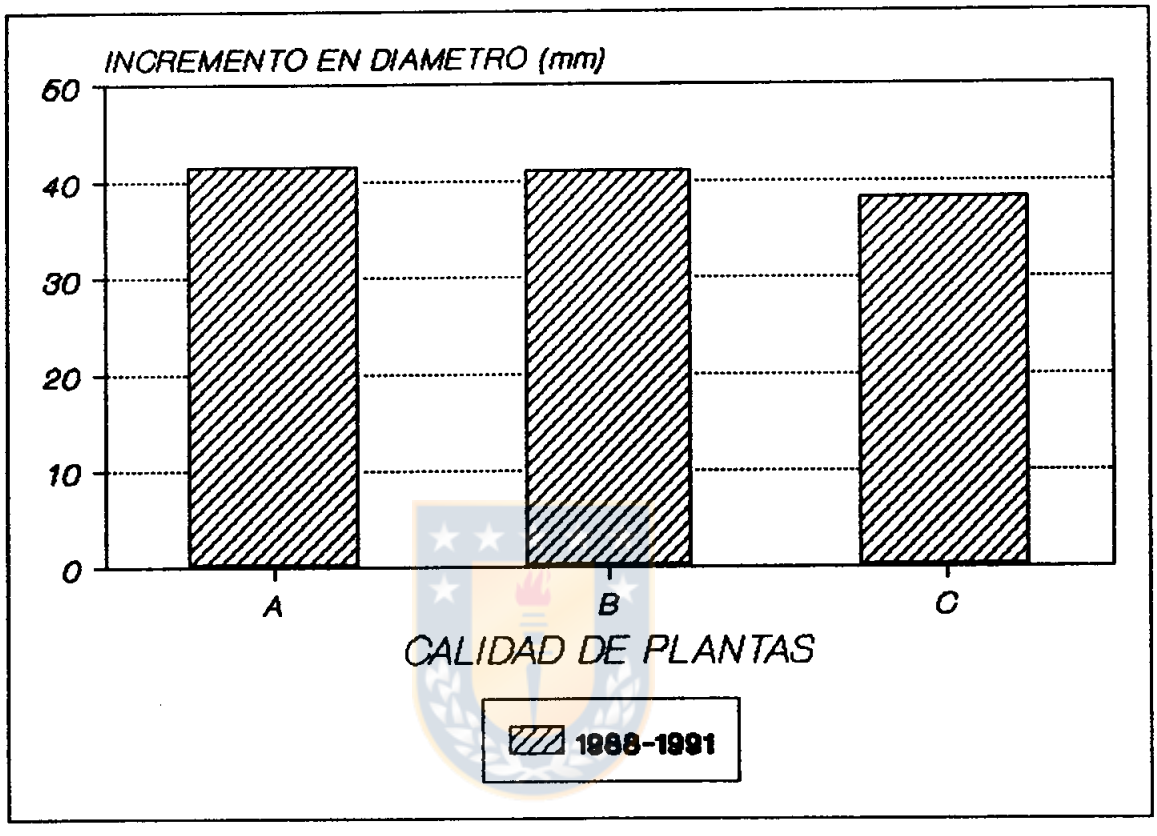

Figura 18. Efecto de la calidad de plantas en el incremento en diámetro de Pinus radiata después de tres años.

Así mismo, el efecto de la calidad de plantas mantiene la misma tendencia, tanto en 1988 como 1991. En este sentido, los valores de la tabla dejan de manifiesto que existe una fuerte relación entre el diámetro de las plantas y su posterior crecimiento en altura, tal como lo plantea Thompson (1985).

Respecto de los incrementos para esta variable, la Tabla 8

señala que, al considerar el período total de estudio, el comportamiento es consistente con el mostrado por el crecimiento en altura para la posición fisiográfica.

En este sentido, la Figura 19 muestra que las plantas logran mayor incremento hacia la base de la pendiente y en exposición Este. De igual forma, se aprecia que la posición Cima es la que presenta las condiciones menos favorables al

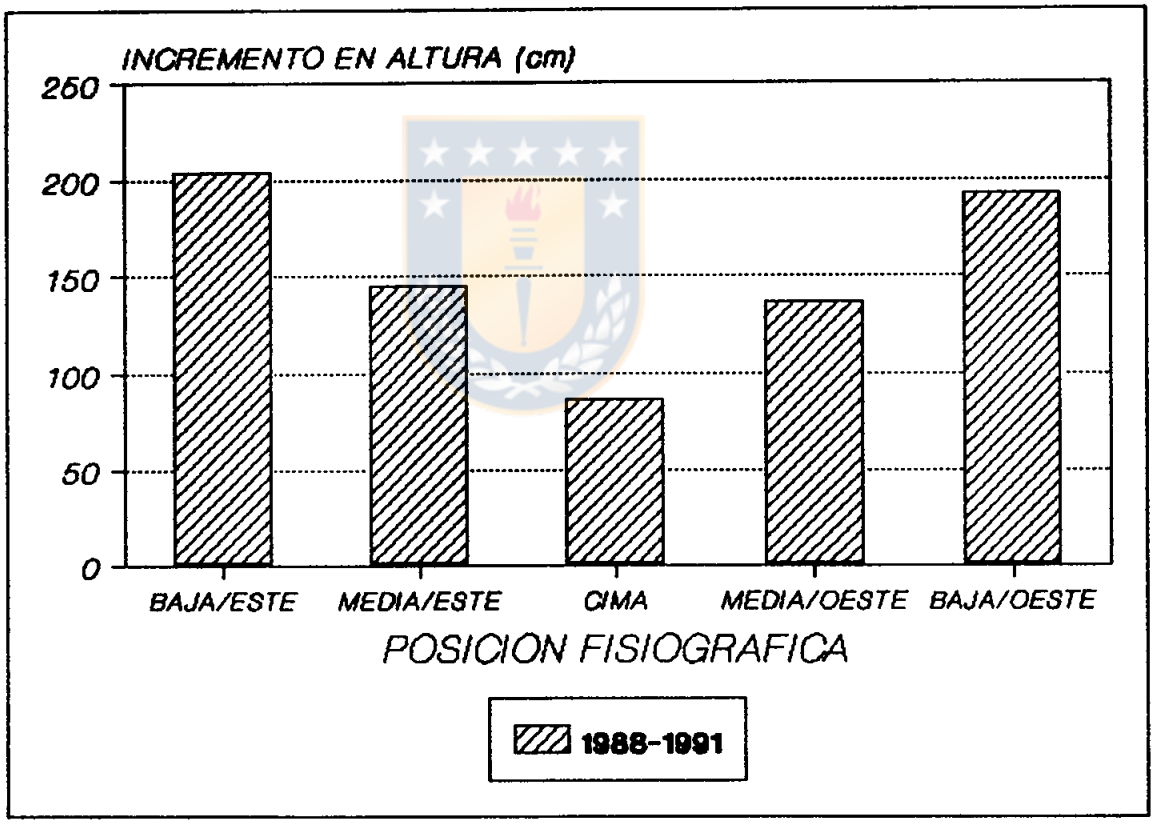

Figura 19. Efecto de la posición fisiográfica en el incremento en altura de Pinus radiata después de tres años.

crecimiento de la especie. Tal como para incremento en diámetro, la figura muestra también que es más notorio el efecto de la posición en la pendiente que de la exposición, lo que corrobora lo aseverado por Ruíz y Schlatter (1985) respecto de estos factores.

El efecto de la calidad de plantas en el incremento en altura de las mismas, mostrado en la Figura 20, no resulta evidente para la primera y segunda categoría de diámetro, ya que ambas

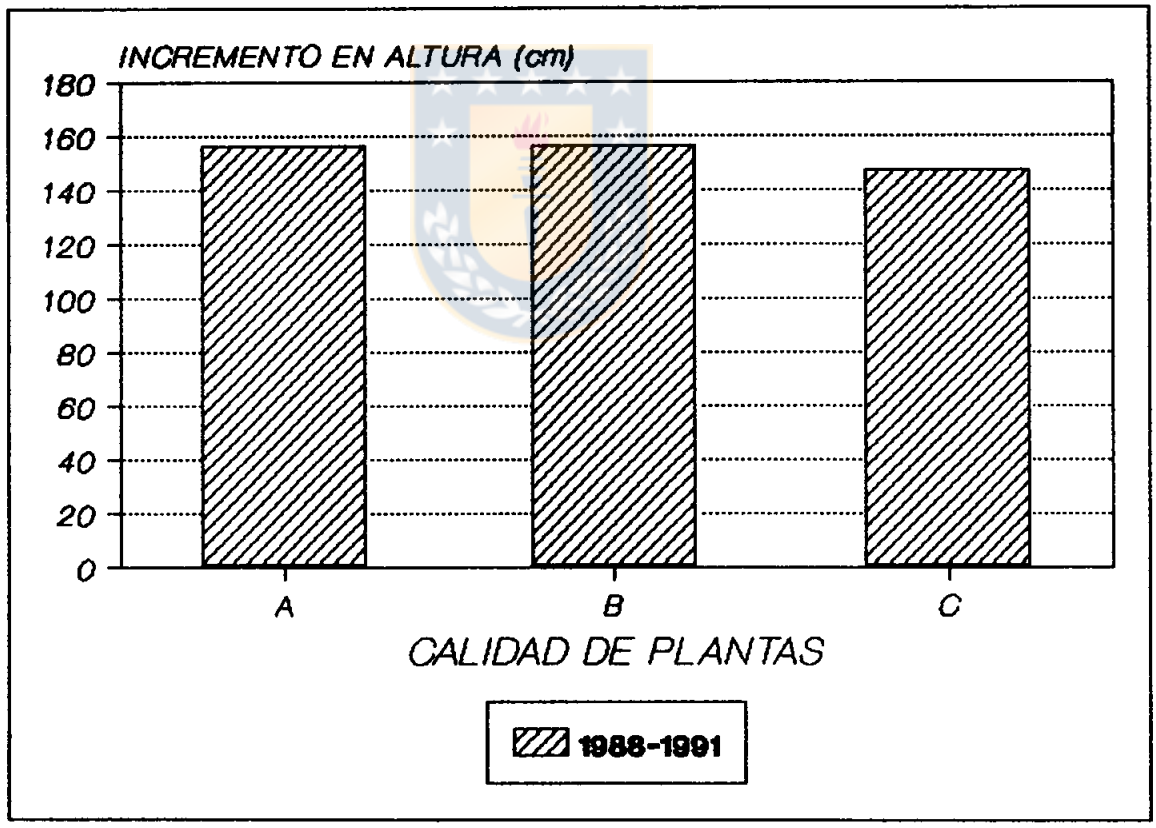

Figura 20. Efecto de la calidad de plantas en el incremento en altura de plantas de Pinus radiata después de tres años.

logran valores muy similares en esta variable. Las plantas de la tercera categoría alcanzan un menor incremento, manteniendo la tendencia mostrada por crecimiento de la variable.

4.2 ESTUDIO B: Efecto de la interacción Exposición - Posición en la pendiente - Calidad de plantas.

4.2.1 Eucalyptus globulus. En la Tabla 9 se presentan los valores medios de supervivencia durante los años 1988, 1989, 1990 y 1991; diámetro de cuello y altura para los años 1989 y 1991 e incremento de ambas variables para los períodos 1988-1989 y 1988-1991, para los factores exposición, posición en la pendiente y calidad de plantas, análisis de varianza y las comparaciones múltiples respectivas según el test de Tukey, para la especie **Eucalyptus globulus**.

4.2.1.1 Supervivencia. Los resultados de la Tabla 9 muestran que, para los tres factores analizados, la supervivencia disminuye con el tiempo. Al analizar el efecto de la exposición, se observa que el promedio baja de 94,06% en Marzo de 1989 a 87,26% en Marzo de 1991, lo que representa una disminución de 6,8% para el período.

Los valores muestran también que, en todos los controles, la supervivencia es mayor en exposición Este; las diferencias

TABLA 9. VALORES MEDIOS DE SUPERVIVENCIA (%), DIAMETRO DE CUELLO (mm), ALTURA (cm) E INCREMENTOS EN DIAMETRO (mm) Y ALTURA (cm) POR FACTOR Y PARA LAS FECHAS QUE SE INDICAN PARA LA ESPECIE Eucalyptus globulus.

	SUPERVIVENCIA (%)				CRECIMIENTO DIAMETRO (mm)		CRECIMIENTO ALTURA (cm)		INCREMENTOS DIAMETRO (mm)		INCREMENTOS ALTURA (cm)	
FACTOR	DIC.1988	MAR.1989	MAR.1990	MAR.1991	MAR.1989	MAR.1991	MAR.1989	MAR.1991	1988-89	1988-91	1988-89	1988-91
EXPOSICION												
ESTE	95.88a	92.97	91.41	90.94	8.53a	33.09a	48.06a	256.26a	2.65a	27.53a	25.33a	232.30a
OESTE	92.25b	86.72	85.78	83.59	9.94b	50.16b	62.13b	384.63b	4.87b	41.83b	42.63b	333.72b
POSICION EN LA PENDIENTE												
BASE	94.62	87.50	86.72	84.38a	8.82a	44.99	57.72	369.88a	3.49	36.75	37.53	318.63a
MEDIA	90.25	92.19	90.46	90.16b	9.64b	38.26	52.47	271.01b	4.03	32.60	30.43	247.39b
CALIDAD DE PLANTAS												
A	93.50	91.25	89.69	88.12	10.78a	46.99a	60.95a	354.30d	3.69	37.75a	39.91b	313.35b
B	97.50	87.50	91.56	90.62	9.55b	39.92b	56.48b	310.44ab	3.56	33.35bc	35.32c	279.43a
C	90.00	91.56	85.00	84.06	8.63c	43.05c	52.78c	325.10c	3.71	35.36ab	31.43a	277.83a
D	95.25	89.06	88.12	86.25	7.98d	36.56d	50.16d	291.94a	4.08	32.26c	29.27a	261.45c
ANALISIS DE VARIANZA												
EXPOSICION	*	NS	NS	NS	*	*	*	*	*	*	*	*
POSICION EN LA PENDIENTE	NS	NS	NS	*	*	NS	NS	*	NS	NS	NS	*
CALIDAD DE PLANTAS	*	NS	NS	NS	*	*	*	*	NS	*	*	*
INTERACCIONES PRIMER ORDEN												
EXPOSICION-POSICION	NS	NS	NS	*	*	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS
EXPOSICION-CALIDAD	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
POSICION-CALIDAD	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
INTERACCIONES SEGUNDO ORDEN												
EXPOSIC.-POSICION-CALIDAD	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS

* : Significativo para P 0.05
NS : No significativo
Valores con letras iguales no tienen diferencia significativa.

oscilan entre 3,5 y 7,5%. Estas diferencias probablemente se puedan explicar por el hecho de que en el área en que se encuentra ubicado el ensayo la exposición Este es más húmeda que la Oeste.

Al analizar el factor posición en la pendiente, los resultados indican que la supervivencia disminuye en el mismo porcentaje que para exposición. Sólo hay diferencias significativas en los valores promedios de supervivencia cuando se comparan las de Marzo de 1991, en donde las plantas ubicadas en la posición media de la pendiente logran entre un 2 y 10% más de plantas vivas que las ubicadas en la parte inferior de la misma; en los dos primeros años de evaluación no hubo diferencias significativas. La diferencia está explicada por un aumento de la mortalidad en las plantas establecidas en la base de la pendiente, mortalidad que se puede atribuir a una mayor competencia con malezas herbáceas y arbustivas, que en ambas exposiciones son más abundantes en la base de la pendiente que en la parte media de ésta. Otra explicación probable, y también relacionada con lo anterior, es que en la primavera de 1990, en el ensayo se hizo control mecánico de la vegetación competitiva y algunas plantas pudieron ser dañadas por las herramientas utilizadas, lo que posteriormente les causó la muerte.

En relación a calidad de plantas, no hay una tendencia clara

del efecto del tipo de plantas en esta variable; las diferencias en valores absolutos, para el tercer período no son significativas. En términos generales, los resultados de la Tabla 9 indican que en el tiempo se mantiene la misma tendencia señalada para los otros factores. En el período 1988-1991, la supervivencia disminuye en todos los tipos de plantas, como se observa en la Figura 21.

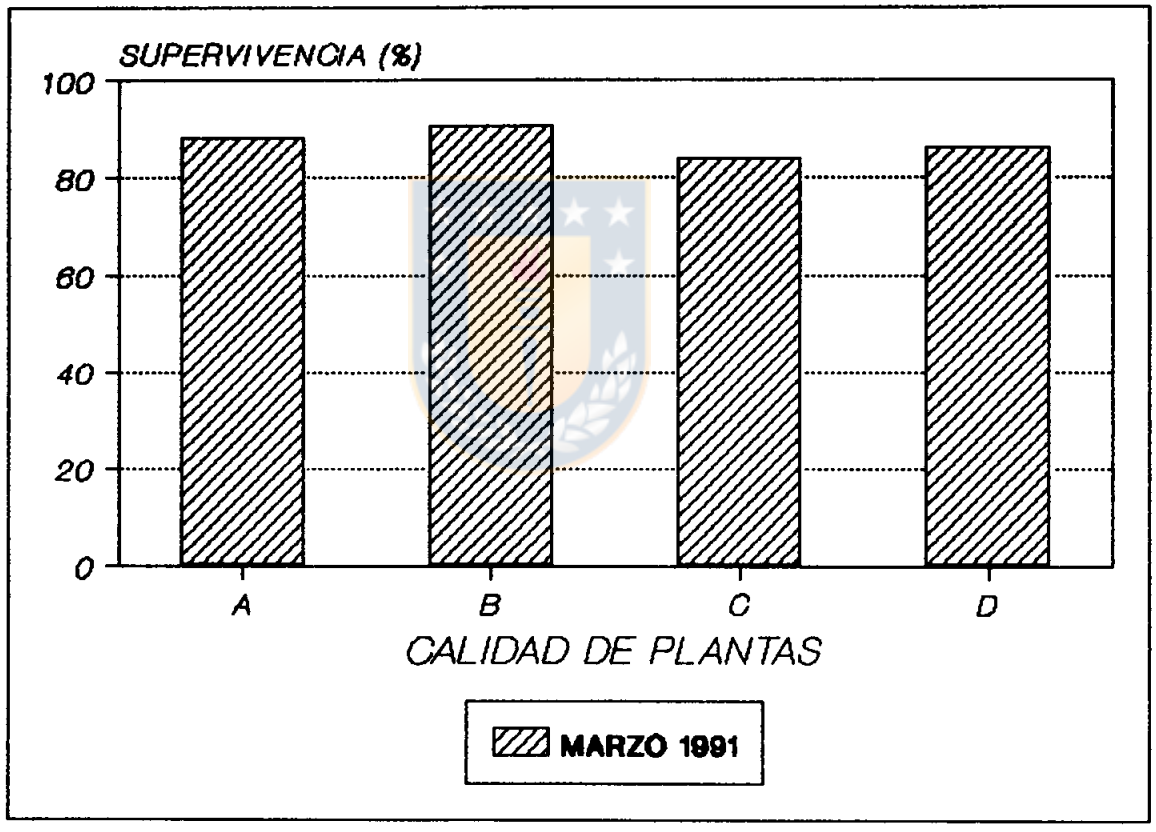

Figura 21. Efecto de la calidad de plantas en la supervivencia de Eucalyptus globulus después de tres años en terreno.

Al considerar los períodos intermedios, se observa que en algunos de ellos la supervivencia aumenta de un año a otro

(Figura 22), resultado que se explica por el hecho de que **Eucalyptus globulus** es una especie de fácil rebrotación, por lo cual una planta que en un control presentaba muerte del tallo en verano, retoña a la primavera siguiente.

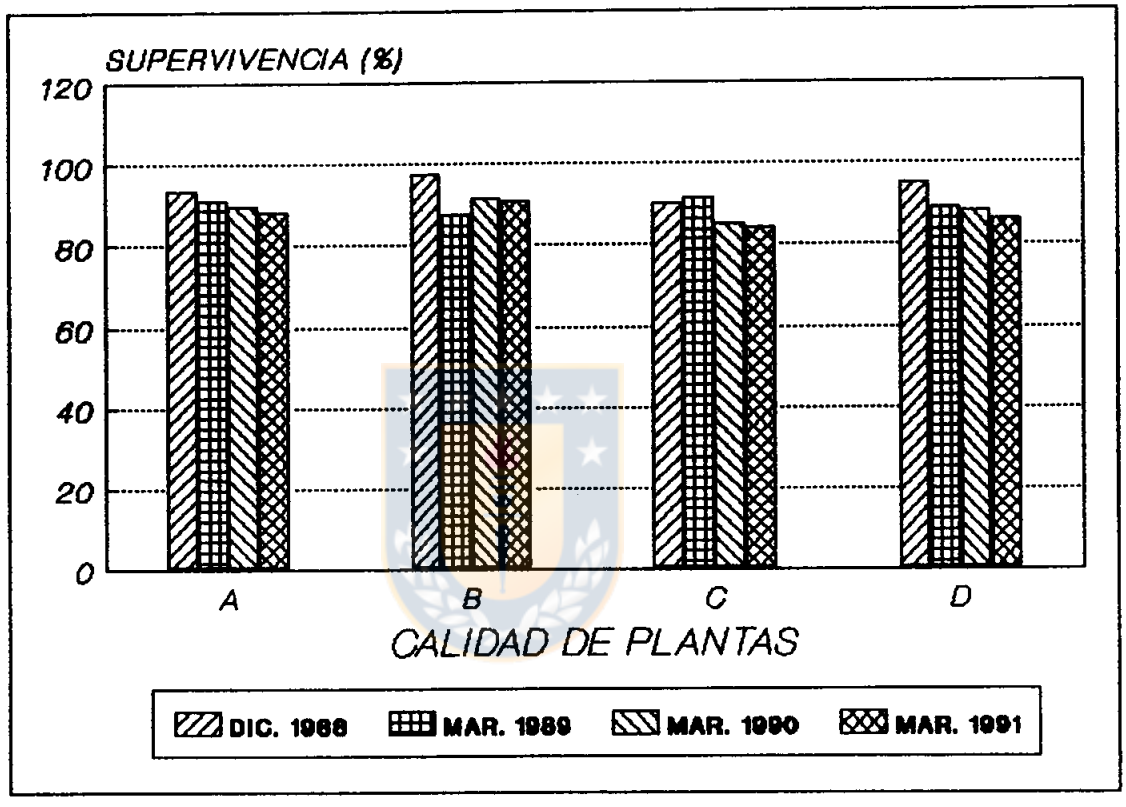

Figura 22. Efecto de la calidad de plantas en la supervivencia de Eucalyptus globulus en las distintas épocas de evaluación.

El aumento de la mortalidad es concordante con los resultados de otros estudios realizados en el país, en el sentido que la supervivencia de una plantación disminuye con el transcurso del tiempo (Escobar y Peña, 1985; Escobar et al., 1992).

Los valores de la Tabla 9 indican que en ninguno de los periodos evaluados hay efecto del diámetro de cuello en el porcentaje de supervivencia de las plantas, resultado que se contrapone con lo señalado por Munson (1985). Ello se puede deber a que el área de estudio tiene una pluviosidad de 2.510 mm anuales, cantidad que resulta ser suficiente para que los distintos tipos de plantas no tengan oportunidad de mostrar sus diferentes potenciales al respecto, como ocurre en sitios más secos (Escobar y Peña, 1985).

Respecto de las interacciones de primer orden (Tabla 10), los resultados indican que en la exposición Oeste el porcentaje de supervivencia es mayor en la medida que se asciende hacia la parte media de la pendiente, probablemente porque en las condiciones señaladas la planta encuentra menos problemas de humedad por competencia.

TABLA 10. VALORES MEDIOS DE SUPERVIVENCIA PARA LA INTERACCION EXPOSICION-POSICION EN LA PENDIENTE DE **Eucalyptus globulus** EN MARZO DE 1991.

EXPOSICION	POSICION EN LA PENDIENTE		PROMEDIO
	BASE	MEDIA	
	Supervivencia (%)		
ESTE	90.00	91.88	90.94
OESTE	77.50	92.50	85.00
PROMEDIO	83.75	92.19	

Cabe recordar que todos los estudios que analizan la

supervivencia de esta especie, indican que ella es extraordinariamente sensible a la competencia con malezas (Escobar et al., 1992).

4.2.1.2 Diámetro de cuello. Para esta variable, los valores de la Tabla 9 muestran que, en todos los períodos de evaluación, las plantas establecidas en exposición Oeste logran mayor diámetro de cuello que aquellas establecidas en exposición Este, superándolas en 51.6% después de tres temporadas de crecimiento; estas diferencias son significativas y pueden estar explicadas por varios factores tales como humedad de suelo, cobertura de vegetación competitiva, cantidad de horas luz, etcétera, que en este estudio no fueron evaluadas, pero que se estima de vital importancia incluir en futuras evaluaciones u otros ensayos de este tipo. Por ejemplo, se sabe que en el lugar la exposición Este, en las horas en que recibe radiación directa, presenta bancos de niebla, mientras que en la tarde este fenómeno se ha disipado y la exposición Oeste recibe una mayor cantidad de radiación directa.

Respecto de la posición en la pendiente, la Tabla 9 muestra que al inicio de la plantación los diámetros son mayores en la posición media, pero después de transcurridos tres años los valores se invierten y son mayores en la base, resultados que pueden estar explicados por los mismos factores

edafoclimáticos antes mencionados.

El efecto de la calidad de plantas es significativo tanto para el año 1989 como 1991; en la evaluación de 1989, hay una relación directa del diámetro de las plantas con diámetro inicial, pero para la temporada 1991 la relación se mantiene sólo para las plantas más gruesas, seguidas de la tercera categoría, siendo inferiores las de segunda y cuarta calidad. Los incrementos para la temporada 1988-1989 no muestran diferencias estadísticas para las distintas categorías de diámetro, aunque en valor absoluto logran mayor incremento las de diámetros iniciales más pequeños, resultados que coinciden con los encontrados por Escobar et al. (1977b) para pino radiata en la primera temporada de evaluación.

Al analizar los incrementos para la variable en el período 1988-1991, los resultados que se presentan en la Figura 23 muestran que existe un fuerte efecto de la exposición sobre los mismos, siendo el incremento un 51.9% mayor al Oeste que al Este.

De la misma manera, la Figura 24 muestra que en la base de la pendiente las plantas alcanzan un incremento en diámetro que supera en 12.7% el de las que crecen en la parte media de la misma.

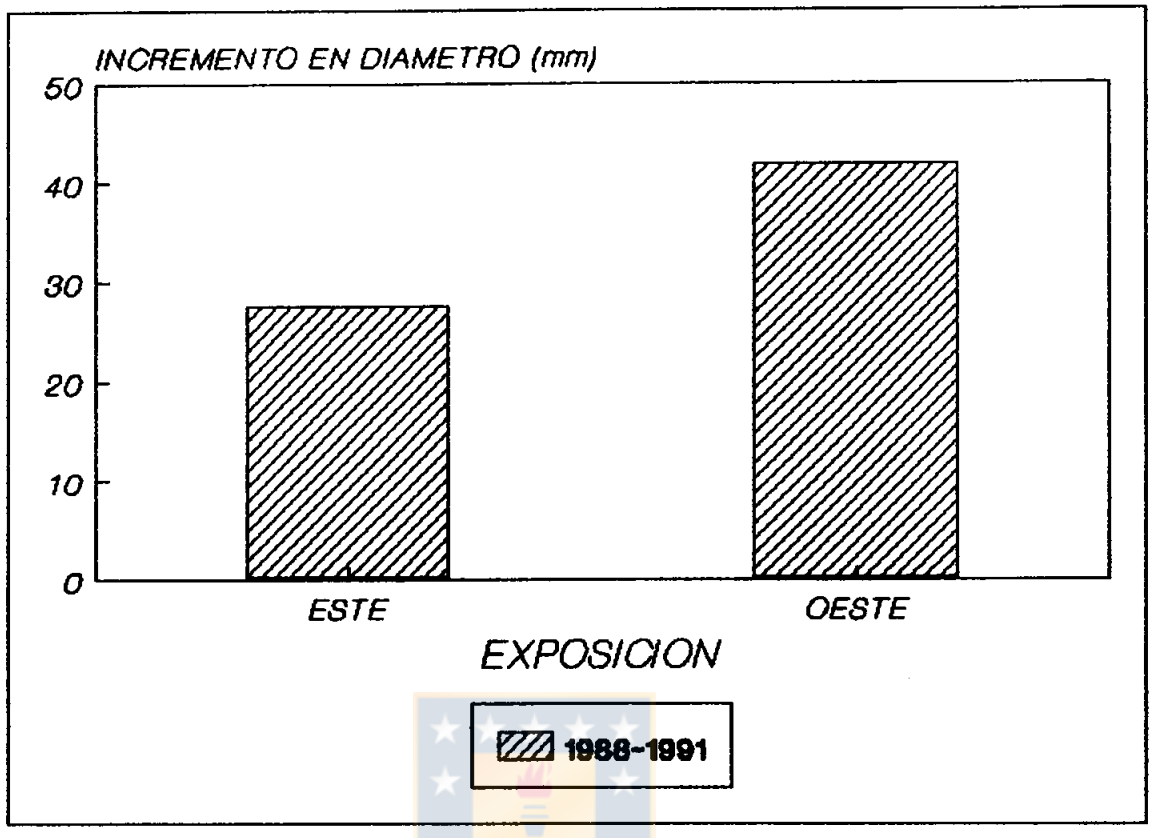

Figura 23. Efecto de la exposición en el incremento en diámetro de Eucalyptus globulus a tres años del establecimiento.

Respecto del efecto de la calidad de plantas, los resultados que presenta la Figura 25 muestran que las plantas inicialmente más gruesas (> 10 mm) logran mayores tasas de incremento en diámetro y, a su vez, las plantas de menor diámetro inicial (4-6 mm) logran los valores más bajos. Estos resultados concuerdan con los encontrados por Blair y Cech (1974) trabajando con Pinus elliottii, en donde las plantas inicialmente más gruesas, después de trece años, presentaban mayor incremento que las más delgadas.

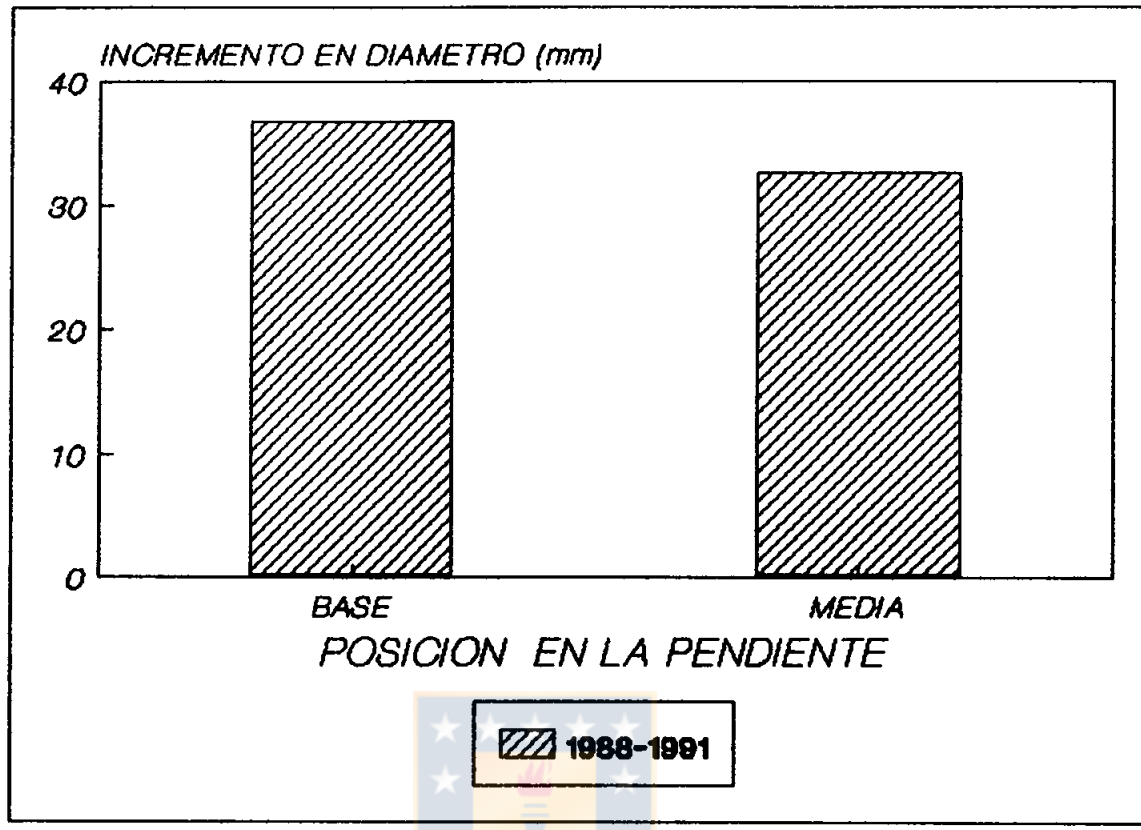

Figura 24. Efecto de la posición en la pendiente en el incremento en diámetro de Eucalyptus globulus después de tres años en terreno.

Llama la atención, sin embargo, el hecho de que las categorías intermedias de diámetro presenten un revertimiento de esta tendencia, mostrando las plantas de calidad C un mayor incremento en diámetro que las de calidad B. Ello concuerda con lo señalado por Duryea (1985), en el sentido que las pruebas de calidad de plantas son más seguras cuando se comparan los resultados logrados con las categorías extremas y que las intermedias pueden presentar resultados erráticos.

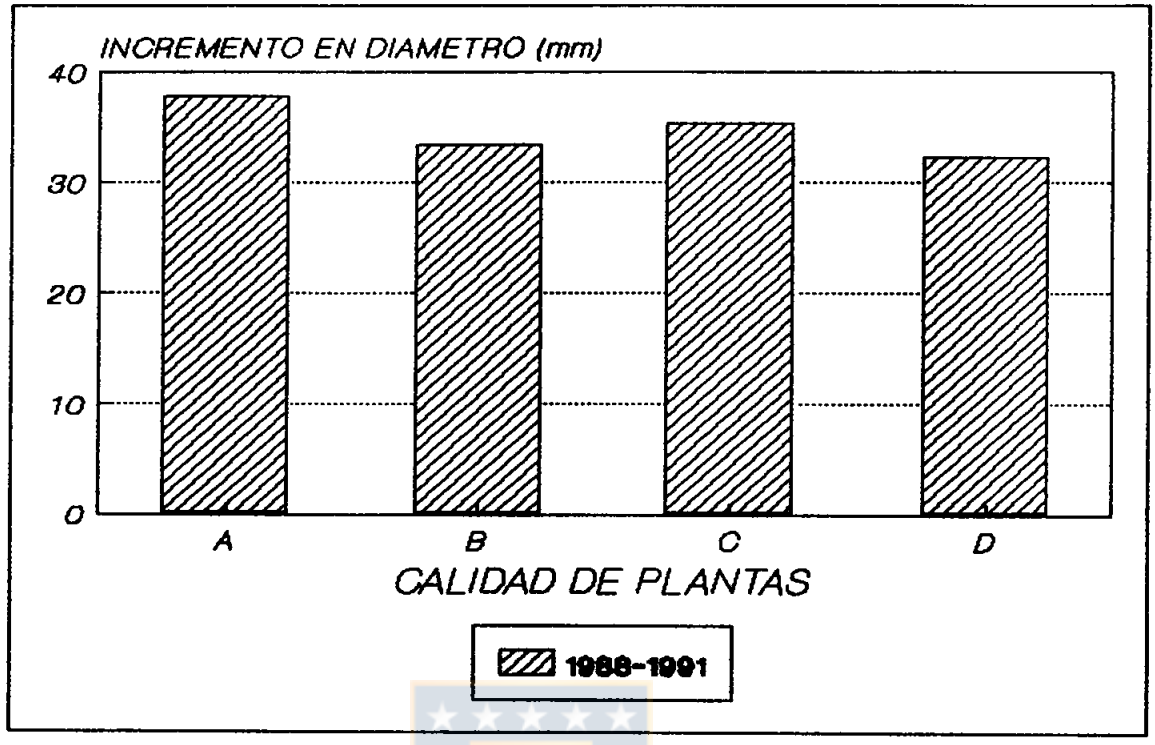

Figura 25. Efecto de la calidad de plantas en el incremento en diámetro de Eucalyptus globulus después de tres años en terreno.

En cuanto a las interacciones de primer orden, los resultados de la Tabla 9 muestran que, tanto para crecimiento como incremento diamétrico, es significativa la interacción exposición-posición en la pendiente para la primera temporada en terreno.

Los valores de la Tabla 11 muestran que el diámetro de cuello aumenta en la medida que se asciende desde la base de la pendiente hacia la parte media de la misma y, además, que la exposición Oeste resulta más favorable al crecimiento de la

especie.

TABLA 11. VALORES MEDIOS DE DIAMETRO DE CUELLO DE **Eucalyptus globulus** PARA LA INTERACCION EXPOSICION-POSICION EN LA PENDIENTE A MARZO DE 1989.

EXPOSICION	POSICION EN LA PENDIENTE BASE	MEDIA	PROMEDIO
	Diámetro de cuello (mm)		
ESTE	8.18	8.87	8.52
OESTE	9.47	10.41	9.94
PROMEDIO	8.82	9.64	

En relación al incremento diamétrico del período 1988-1989, en la Tabla 12 se muestra que éste mantiene el mismo comportamiento que el tamaño medio en esta variable, es decir, que en exposición Oeste mejora desde la base de la pendiente hacia la parte media de la misma.

TABLA 12. VALORES MEDIOS DE INCREMENTO EN DIAMETRO DE CUELLO DE **Eucalyptus globulus** PARA LA INTERACCION EXPOSICION-POSICION EN LA PENDIENTE EN AL PERIODO 1988-1989.

EXPOSICION	POSICION EN LA PENDIENTE BASE	MEDIA	PROMEDIO
	Diámetro de cuello (mm)		
ESTE	2.45	2.85	2.65
OESTE	4.54	5.20	4.87
PROMEDIO	3.49	4.02	

Para las interacciones de segundo orden, la Tabla 9 muestra que son significativos el crecimiento en diámetro de 1989 y el incremento de esta variable en el período 1988-1989.

Al analizar los valores de la Figura 26, se deduce que el diámetro de cuello aumenta en exposición Oeste en la medida que se asciende hacia la mitad de la pendiente. Ello probablemente se deba al hecho de que al Oeste las plantas reciben una mayor cantidad de radiación y en la mitad de la pendiente tienen menor competencia con la vegetación del lugar.

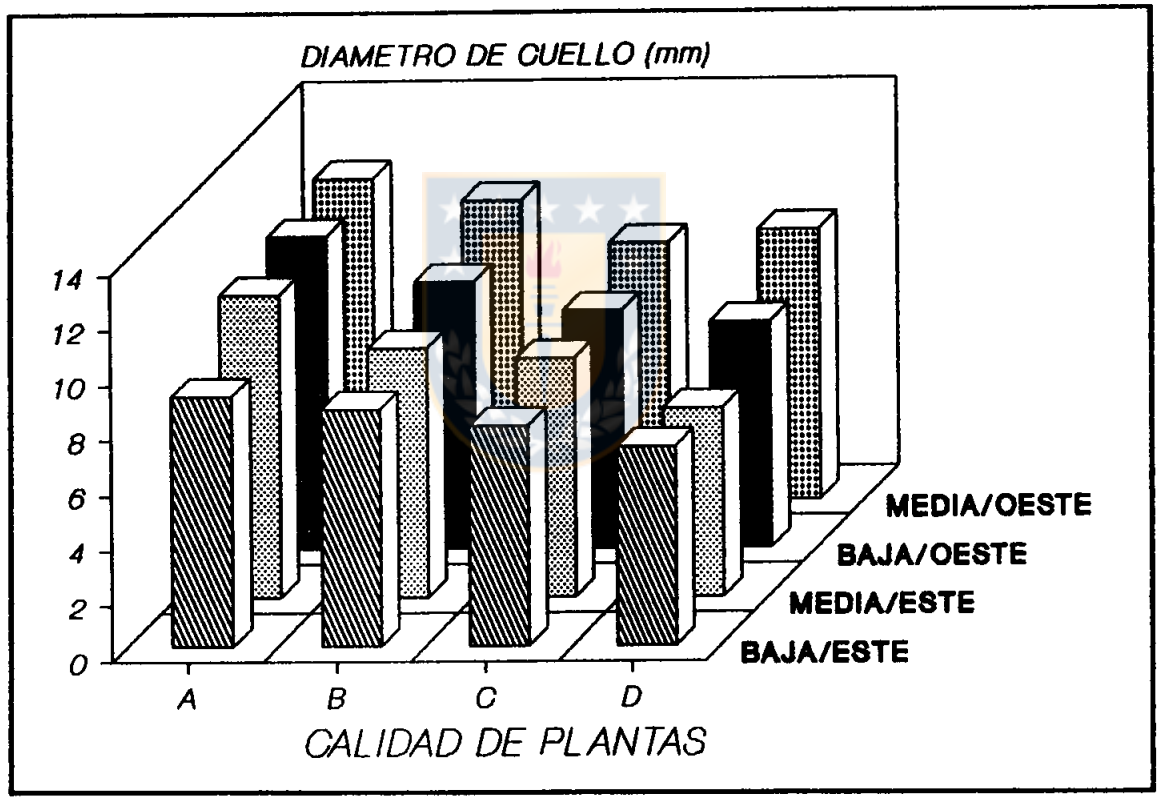

Figura 26. Efecto de la exposición, posición en la pendiente y calidad de planta en el diámetro de Eucalyptus globulus en la primera temporada de crecimiento.

La Figura 27 muestra que las distintas calidades de plantas mantienen un comportamiento muy distinto tanto para

exposición como para posición en la pendiente. En términos generales, las plantas de la primera categoría (A: > 10 mm) alcanzan un mayor incremento cuando se establecen en la base de la pendiente en exposición Oeste, mientras que las restantes categorías alcanzan su mayor incremento en la misma exposición, pero en la parte media de la pendiente. En todos los casos, la Figura 27 muestra que las plantas establecidas en exposición Este, para las dos condiciones de posición, logran los menores valores para esta variable.

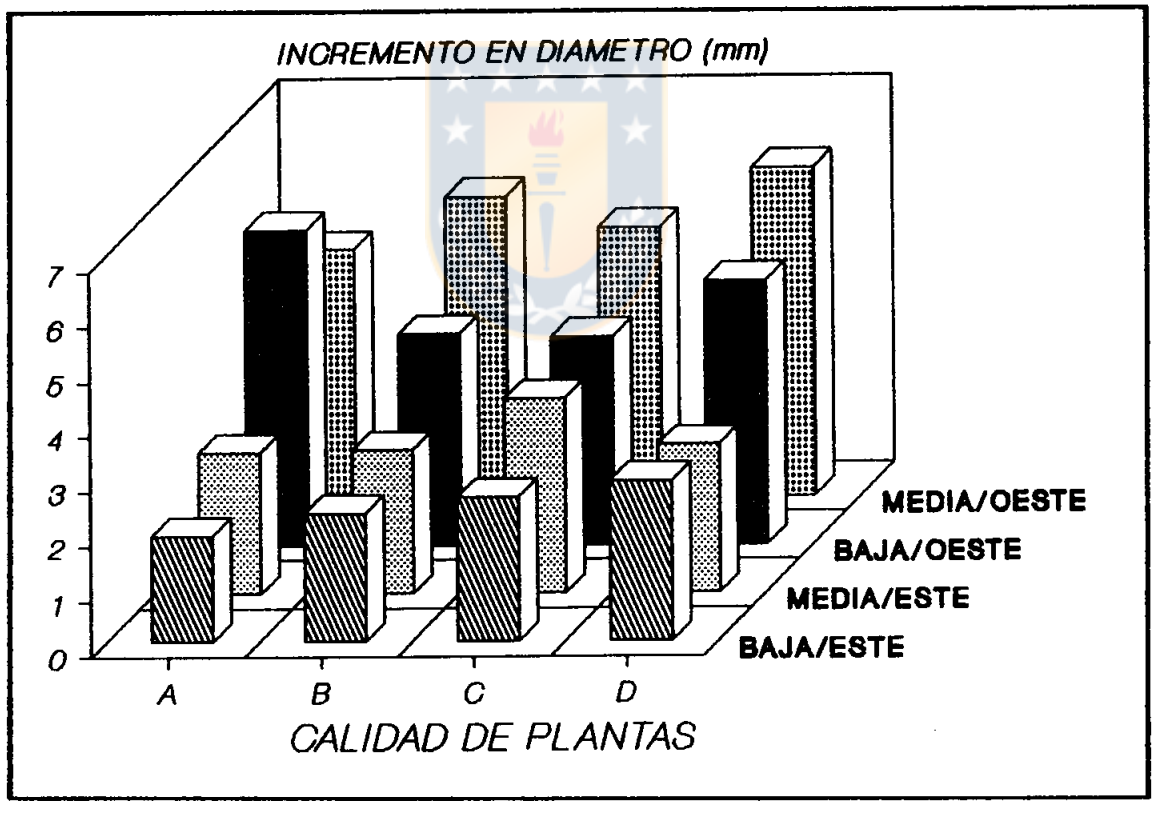

Figura 27. Efecto de la exposición, posición en la pendiente y calidad de planta en el incremento en diámetro de Eucalyptus globulus después de tres años.

4.2.1.3 **Altura de plantas.** Al analizar los valores de la Tabla 9 se encuentra que, al igual que para diámetro de cuello, en ambos períodos de evaluación las plantas establecidas en exposición Oeste logran mayores tasas de crecimiento; así, para la evaluación de 1989 las plantas establecidas en exposición Oeste superan en 22.6% la altura alcanzada al Este, mientras que en 1991 la diferencia se acrecienta, llegando a 33.4%.

Situación similar ocurre cuando se compara el efecto de la posición en la pendiente, en cuyo caso los mayores valores de altura se obtienen cuando las plantas son establecidas en la parte inferior de la pendiente. En este caso, sin embargo, el aumento de las diferencias es aún más notorio, por cuanto de 9.1% en 1989 sube a 26.7% en 1991.

Respecto de las distintas categorías iniciales de diámetro, en la evaluación del año 1989 hay una relación directa del diámetro inicial de las plantas y la altura de las mismas; se producen diferencias significativas cuando se comparan las alturas medias de las plantas más gruesas con las de menor diámetro inicial.

En la evaluación del año 1991 se mantienen los efectos positivos del mayor diámetro sobre esta variable, pero las plantas de tercera categoría logran mayor crecimiento en

altura que las de categoría B.

La Figura 28 muestra que hay un significativo efecto de la exposición sobre el incremento en altura de las plantas, siendo éstas un 30.4% más altas al Oeste que al Este.

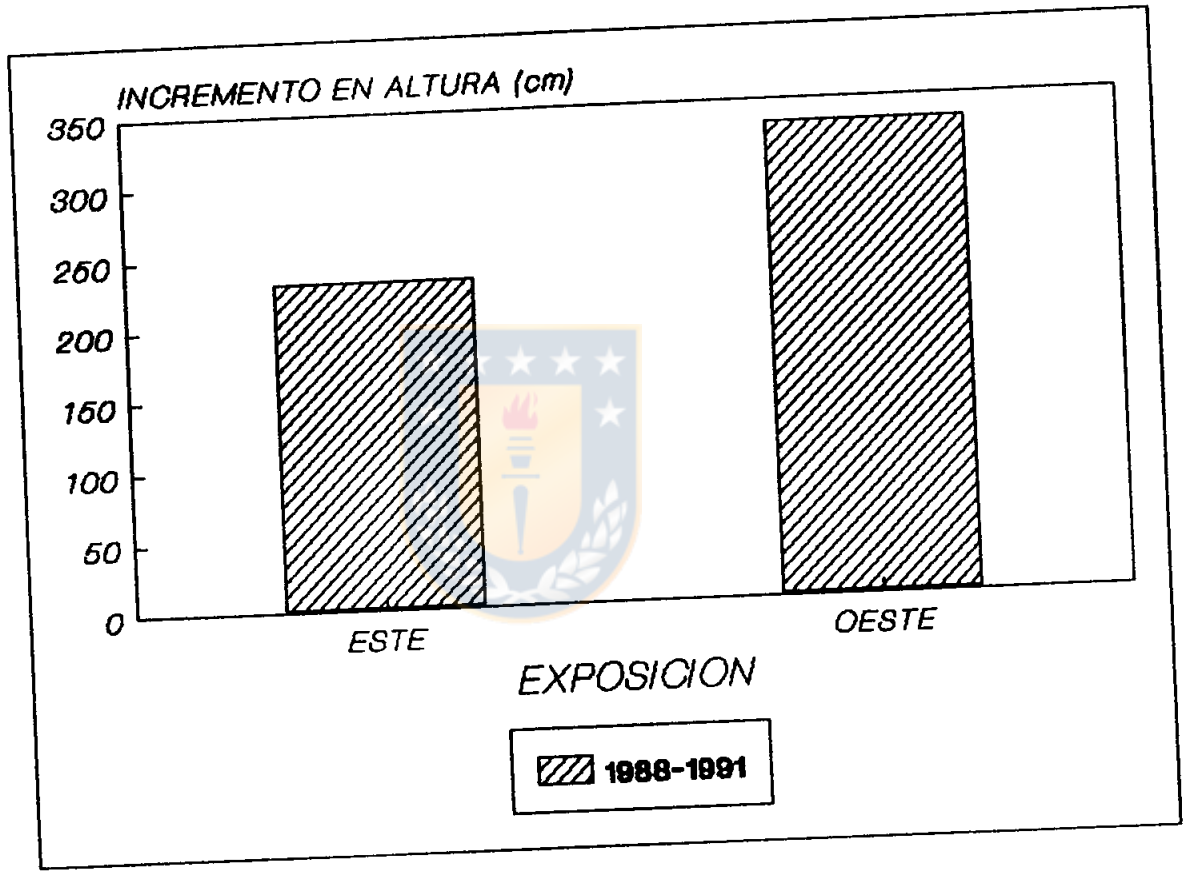

Figura 28. Efecto de la exposición en el incremento en altura de plantas de Eucalyptus globulus a tres años del establecimiento.

Igualmente, para el factor posición en la pendiente la Figura 29 muestra que el incremento en altura es mayor en 22.4% para las plantas establecidas en la base de la misma.

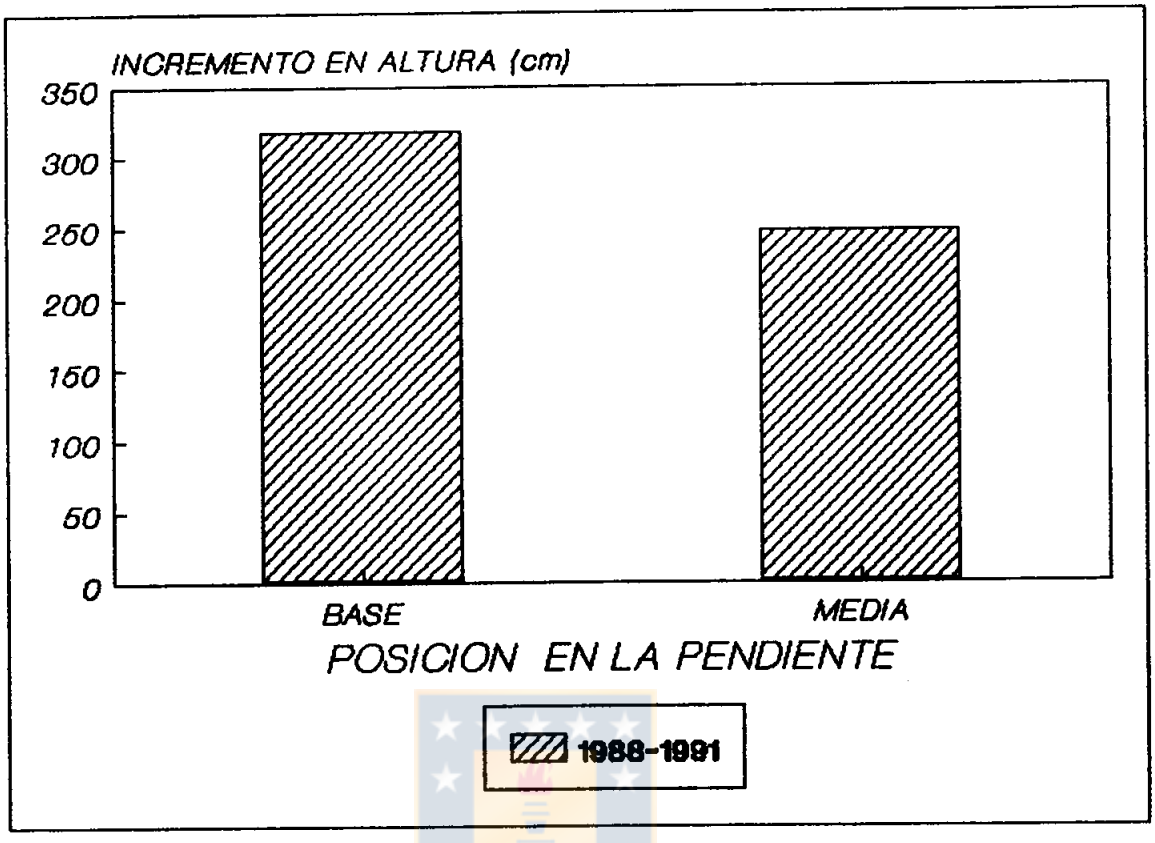

Figura 29. Efecto de la posición en la pendiente en el incremento en altura de plantas de Eucalyptus globulus después de tres años.

Cuando se analiza el efecto del diámetro inicial en los incrementos en altura (Figura 30), se observa que éstos tienen un efecto positivo en la variable, resultados que concuerdan con lo aseverado por Thompson (1985) en cuanto a que el diámetro está muy correlacionado con el crecimiento posterior de las plantas en terreno.

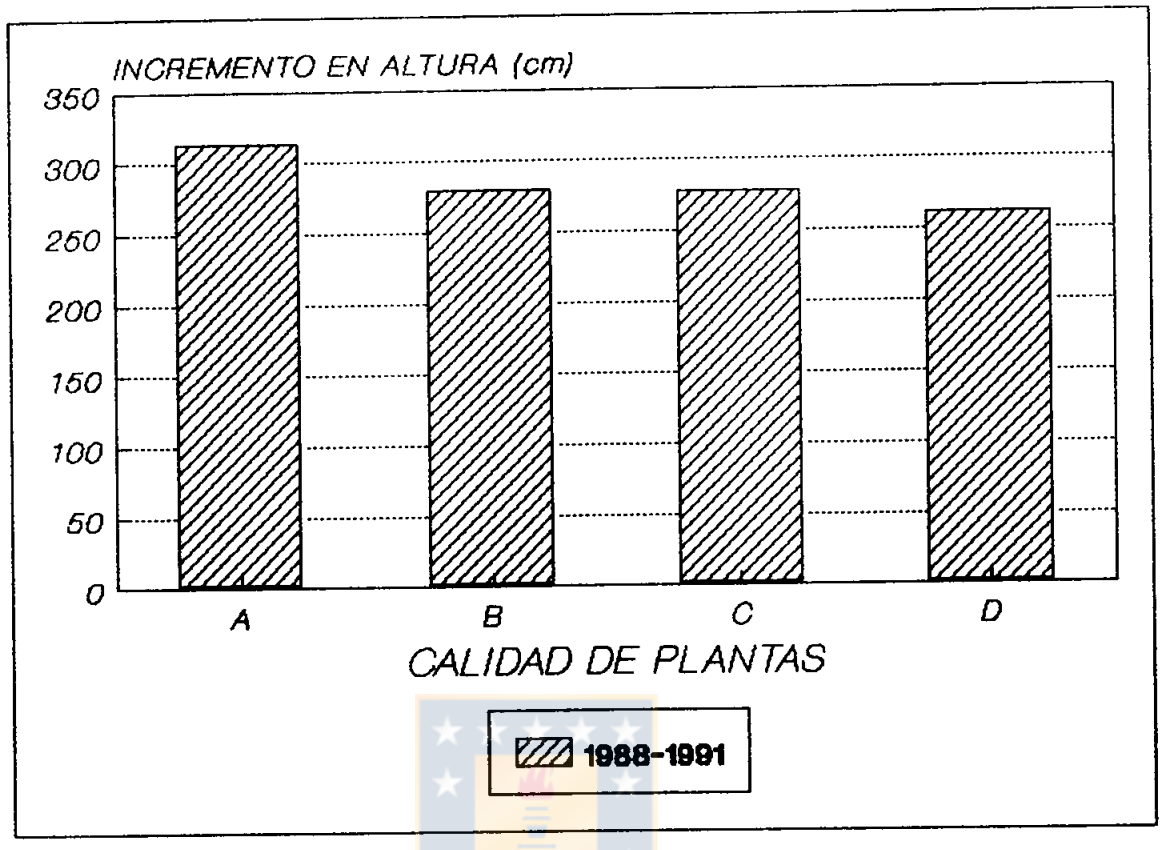

Figura 30. Efecto de la calidad de planta en el incremento en altura de Eucalyptus globulus después de tres años.

4.2.2 Pseudotsuga menziesii. En la Tabla 13 se presentan los valores medios de supervivencia para los controles de Diciembre de 1988, Marzo de 1989, 1990 y 1991; diámetro de cuello y altura evaluados en Marzo de 1989 y 1991 e incrementos de estas dos variables para los períodos 1988-1989 y 1988-1991; resultados del análisis de varianza y test de comparaciones múltiples de Tukey, para esta especie.

4.2.2.1 Supervivencia. De los valores de la Tabla 13 se

TABLA 13. VALORES MEDIOS DE SUPERVIVENCIA (%), DIAMETRO DE CUELLO (mm), ALTURA (cm) E INCREMENTOS EN DIAMETRO (mm) Y ALTURA (cm) POR FACTOR Y PARA LAS FECHAS QUE SE INDICAN PARA LA ESPECIE Pseudotsuga menziesii.

	SUPERVIVENCIA (%)				CRECIMIENTO DIAMETRO (mm)		CRECIMIENTO ALTURA (cm)		INCREMENTOS DIAMETRO (mm)		INCREMENTOS ALTURA (cm)	
FACTOR	DIC.1988	MAR.1989	MAR.1990	MAR.1991	MAR.1989	MAR.1991	MAR.1989	MAR.1991	1988-89	1988-91	1988-89	1988-91
EXPOSICION												
ESTE	100.00	98.96	97.08a	96.04a	13.56	43.29	53.03	200.88a	4.17	33.75	14.73a	162.06a
OESTE	100.00	97.29	90.00b	85.42b	13.96	42.38	52.16	166.65b	4.56	32.83	12.05b	125.58b
POSICION EN LA PENDIENTE												
BASE	100.00	98.75a	94.59	89.80	13.67	40.26a	52.54	185.44	4.00a	30.44a	12.78	145.47
MEDIA	100.00	96.50b	92.50	91.67	13.86	45.41b	52.65	182.09	4.72b	36.14b	13.90	142.17
CALIDAD DE PLANTAS												
A	100.00	98.44	94.38	91.56	20.57a	62.56a	81.87a	267.09a	6.13a	47.89a	18.39	202.15a
B	100.00	97.50	93.48	90.94	17.85b	56.23b	69.26b	243.45b	5.33b	43.50b	17.82	191.04b
C	100.00	98.44	92.81	89.69	16.62c	52.54c	59.24c	224.53c	5.98a	41.76c	17.35	182.10c
ANALISIS DE VARIANZA												
EXPOSICION	NS	NS	*	*	NS	NS	NS	*	NS	NS	*	*
POSICION EN LA PENDIENTE	NS	*	NS	NS	NS	*	NS	NS	*	*	NS	NS
CALIDAD DE PLANTAS	NS	NS	NS	NS	*	*	*	*	*	*	NS	*
INTERACCIONES PRIMER ORDEN												
EXPOSICION-POSICION	NS	*	*	NS	NS	*	NS	*	*	*	*	*
EXPOSICION-CALIDAD	NS	NS	NS	NS	NS	*	*	NS	NS	NS	NS	NS
POSICION-CALIDAD	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
INTERACCIONES SEGUNDO ORDEN												
EXPOSIC.-POSICION-CALIDAD	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	*	NS

* : Significativo para P 0.05
NS : No significativo
Valores con letras iguales no tienen diferencia significativa.

desprende que la supervivencia, para todos los factores en estudio, disminuye con el transcurso del tiempo. Para el factor exposición, la supervivencia promedio baja de 98.12% en Marzo de 1989 a 90.73% en el mismo mes de 1991. En la Figura 31 se observa que, después de tres años, la supervivencia es mayor en exposición Este que Oeste y que las diferencias son significativas.

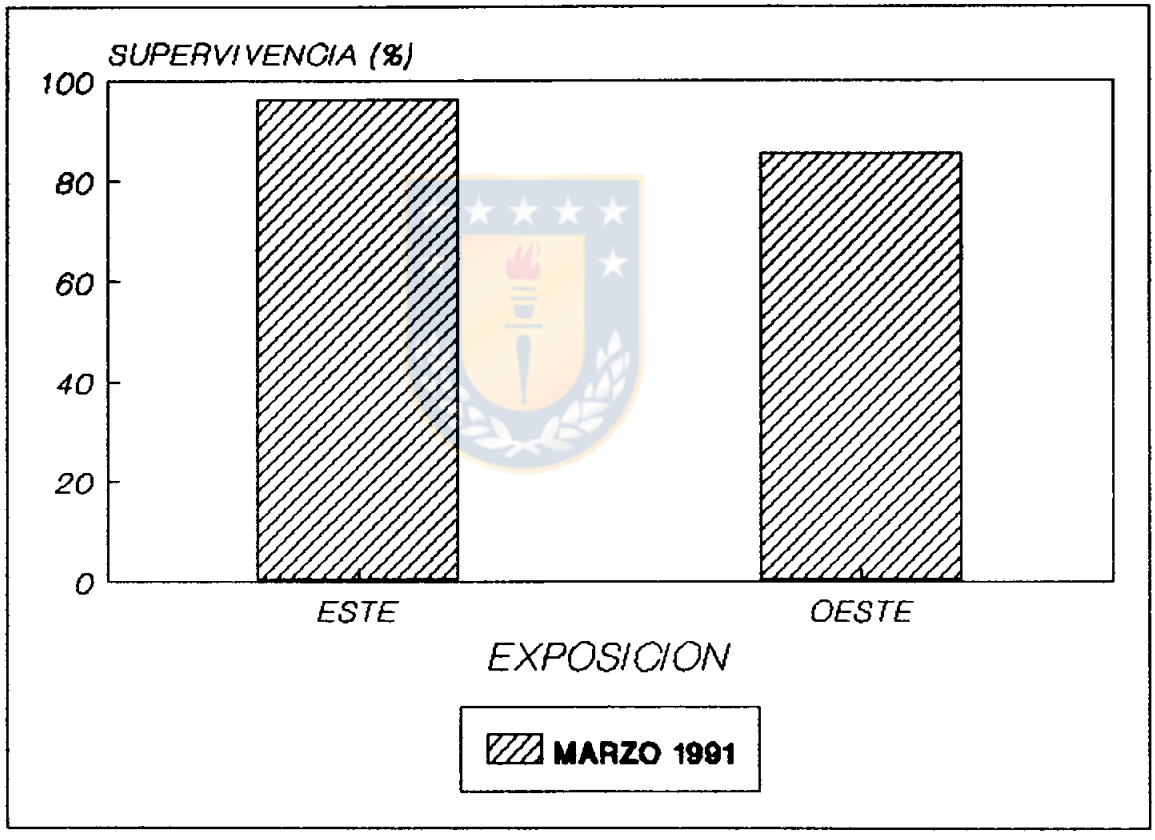

Figura 31. Efecto de la exposición en la supervivencia de Pseudotsuga menziesii después de tres años en terreno.

Para el factor posición en la pendiente, hasta el control de

Marzo de 1990, los valores de la Tabla 13 muestran que la supervivencia es mayor en la base de la pendiente; en la evaluación de Marzo de 1991 (Figura 32), sin embargo, la supervivencia es ligeramente mayor en la posición media de la misma. Estos resultados podrían atribuirse a daños ocasionados a las plantas en faenas de control mecánico de vegetación competitiva realizados en la primavera de 1990.

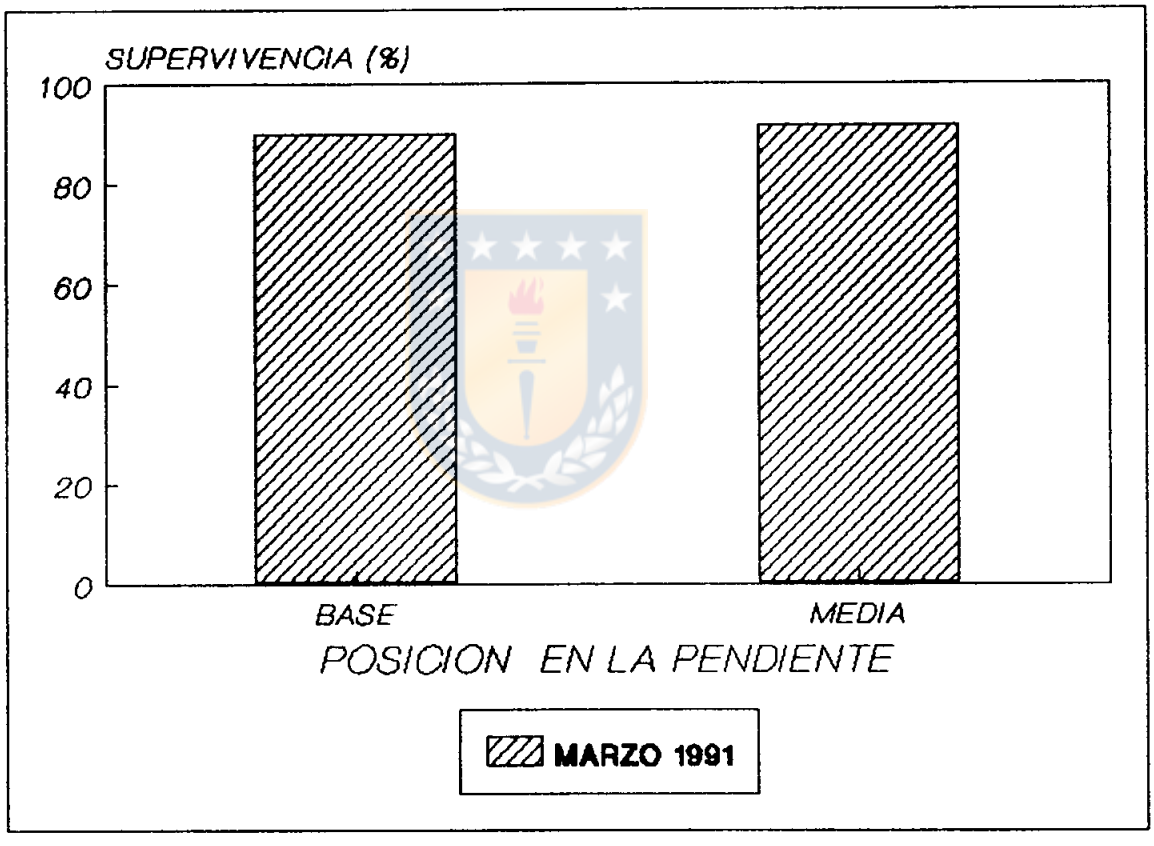

Figura 32. Efecto de la posición en la pendiente en la supervivencia de Pseudotsuga menziesii después de tres años.

En cuanto al efecto de la calidad de plantas sobre la supervivencia de **Pseudotsuga menziesii**, en la Figura 33 se

observa que, salvo para la evaluación de 1989, ésta es superior para las plantas de mayor diámetro inicial, aún cuando las diferencias no son significativas, lo cual concuerda con lo expresado por Thompson (1985), en el sentido que el diámetro de las plantas es un buen indicador de supervivencia.

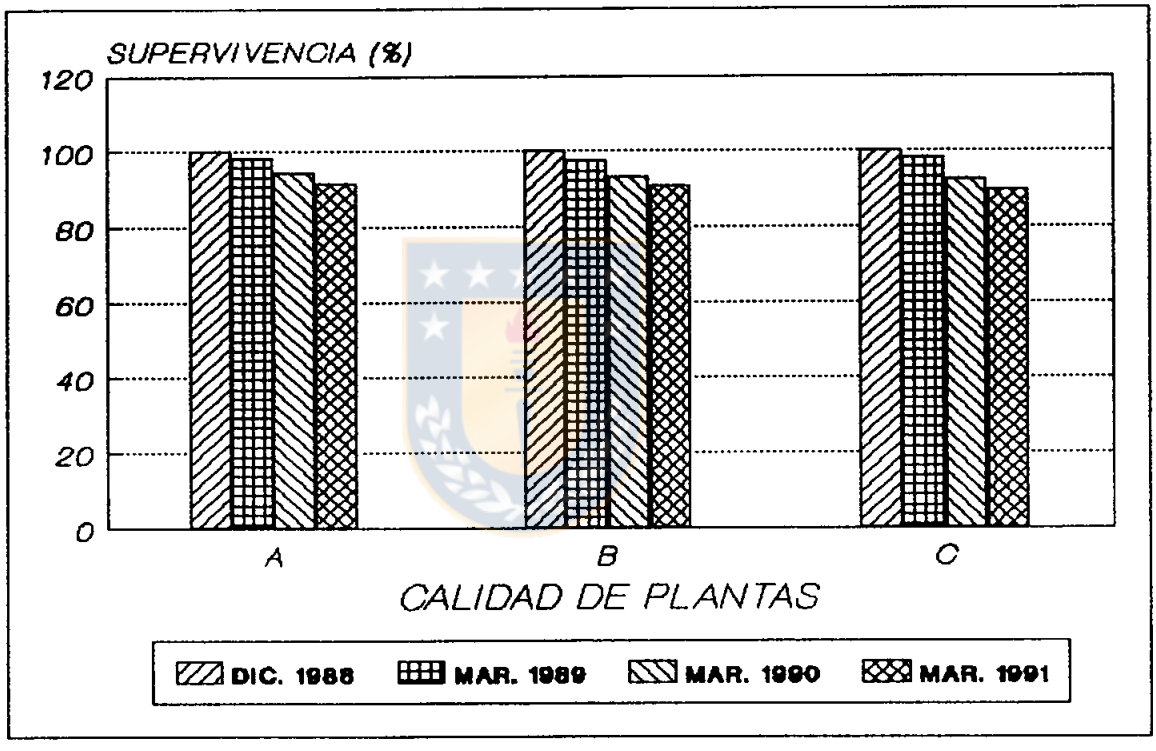

Figura 33. Efecto de la calidad de plantas en la supervivencia de Pseudotsuga menziesii en las distintas épocas de evaluación.

En la Figura 33 se observa que las distintas categorías de plantas disminuyen su supervivencia a una tasa muy similar en el tiempo y, como se observa en la Figura 34, ésta llega a

ser muy similar para todas ellas luego de tres temporadas de crecimiento en terreno.

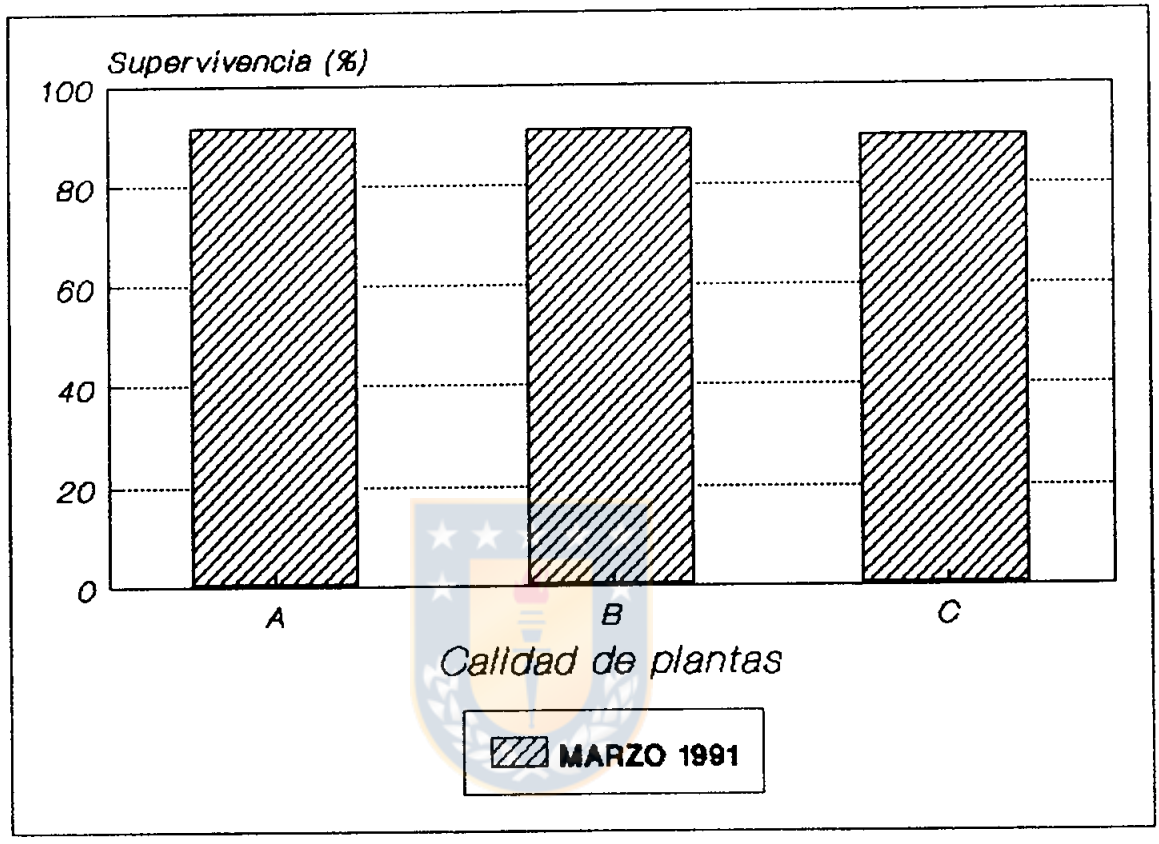

Figura 34. Efecto de la calidad de plantas en la supervivencia de Pseudotsuga menziesii después de tres años en terreno.

Los resultados graficados en la Figura 34 indican que, al igual que **Eucalyptus globulus**, la calidad de plantas no es determinante en la supervivencia de **Pseudotsuga menziesii** en el área en que se estableció el estudio.

Las diferencias en valores absolutos no son significativas para ninguno de los factores en estudio, individualmente

considerados, pero sí se manifiesta significativa la interacción exposición-posición en la pendiente para las temporadas de evaluación Marzo de 1989 y 1990.

TABLA 14. VALORES MEDIOS DE SUPERVIVENCIA PARA LA INTERACCION EXPOSICION-POSICION EN LA PENDIENTE DE **Pseudotsuga menziesii** EN MARZO DE 1989.

EXPOSICION	POSICION EN LA PENDIENTE BASE	MEDIA	PROMEDIO
	Supervivencia (%)		
ESTE	98.75	99.17	98.96
OESTE	98.75	93.83	96.29
PROMEDIO	98.75	96.50	

Respecto de estas interacciones, en la Tabla 14 se muestra que la supervivencia es mayor al Este y en posición media, disminuyendo al descender en la pendiente y al cambiar de exposición. Se observa, además, que para la base de la pendiente, la especie mantiene el mismo nivel de supervivencia en ambas exposiciones. Estos resultados se pueden atribuir a la mayor competencia con especies herbáceas o arbustivas en la base de la pendiente y a la menor humedad presente en la exposición Oeste. En futuros estudios se debiera evaluar factores como porcentaje de humedad de suelo, cobertura de vegetación competitiva y otros.

Al igual que para la evaluación de Marzo de 1989, los valores de la Tabla 15 muestran que la supervivencia disminuye hacia la base de la pendiente y en exposición Oeste. Este comportamiento se atribuye a las mismas causas de la temporada Marzo de 1989.

TABLA 15. VALORES MEDIOS DE SUPERVIVENCIA PARA LA INTERACCION EXPOSICION-POSICION EN LA PENDIENTE DE **Pseudotsuga menziesii** EN MARZO DE 1990.

EXPOSICION	POSICION EN LA PENDIENTE BASE	MEDIA	PROMEDIO
	Supervivencia (%)		
ESTE	95.83	98.33	97.08
OESTE	93.33	86.67	90.00
PROMEDIO	94.83	92.50	

4.2.2.2 **Diámetro de cuello.** La Tabla 13 muestra que en Marzo de 1989, las plantas alcanzan valores muy similares de diámetro, tanto para exposición como para posición en la pendiente, no manifestando diferencias estadísticas para los distintos niveles de estos dos factores. Para el factor calidad de plantas, los valores muestran que las plantas inicialmente más gruesas mantienen mayores valores sobre la categoría inmediatamente inferior. El análisis estadístico indica, además, que estas diferencias son significativas y se producen cuando se comparan las medias de las plantas de mayor diámetro con las de diámetros menores.

Para la evaluación de 1991, los valores de la Tabla 13 indican que, para el factor exposición, las plantas alcanzan un mayor diámetro de cuello al Este, aún cuando la diferencia no es significativa. Para el factor posición en la pendiente, los diámetros alcanzados por las plantas después de tres temporadas de crecimiento en terreno son mayores en posición media, superando en 11.3% los alcanzados en la base de la pendiente. Respecto de calidad de plantas, las diferencias iniciales se mantienen o acrecientan y las plantas inicialmente más gruesas siguen siendolo después de tres temporadas de evaluación, lo cual corrobora lo aseverado por Thompson (1985), en cuanto a que el diámetro es un buen indicador de crecimiento en terreno, y lo encontrado por Blair y Cech (1974) trabajando con Pinus elliottii. Por otro lado, el análisis estadístico señala que las diferencias entre categorías de diámetro son significativas, así como también son significativas las interacciones exposición-posición en la pendiente y exposición-calidad de plantas. En las Tablas 16 y 17 se entregan los valores para estas interacciones.

De los valores de la Tabla 16 se desprende que el diámetro de las plantas es bastante susceptible a los factores fisiográficos, mostrando un mayor efecto de la posición en la pendiente y siendo menores las diferencias entre exposiciones. Dicha tabla muestra que el diámetro de la

especie se favorece en exposición Este hacia la parte media de la pendiente, comportamiento que puede deberse a una menor competencia con vegetación natural y mayor cantidad de radiación directa en esta ubicación.

TABLA 16. VALORES MEDIOS DE DIAMETRO PARA LA INTERACCION EXPOSICION-POSICION EN LA PENDIENTE DE **Pseudotsuga menziesii** EN MARZO DE 1991.

EXPOSICION	POSICION EN LA PENDIENTE BASE	MEDIA	PROMEDIO
	Diámetro de cuello (mm)		
ESTE	42.25	44.32	43.28
OESTE	38.27	46.49	42.38
PROMEDIO	40.26	45.40	

Cuando se analiza la interacción exposición-calidad de plantas, los valores de la Tabla 17 muestran que las plantas tienen un mayor crecimiento en exposición Este, salvo para las de la segunda categoría de diámetro (B), que son mayores al Oeste. Este comportamiento pone de manifiesto la importancia que puede llegar a tener el utilizar plantas graduadas en el establecimiento de grandes masas forestales, tanto desde el punto de vista de la obtención de un porcentaje adicional de volumen como de una disminución del período de rotación.

TABLA 17. VALORES MEDIOS DE DIAMETRO DE CUELLO DE **Pseudotsuga menziesii** PARA LA INTERACCION EXPOSICION-CALIDAD DE PLANTAS EN MARZO DE 1991.

EXPOSICION	CALIDAD DE PLANTAS A	B	C	PROMEDIO
	Diámetro de cuello (mm)			
ESTE	48.13	41.79	39.94	43.29
OESTE	45.71	42.56	38.87	42.38
PROMEDIO	46.92	42.18	39.40	

En relación a incremento diamétrico, los valores de la Tabla 13 muestran que, para el periodo 1988-1989, las plantas establecidas en exposición Oeste alcanzan un incremento levemente superior que aquellas establecidas en exposición Este; sin embargo, y como se aprecia en la Figura 35,

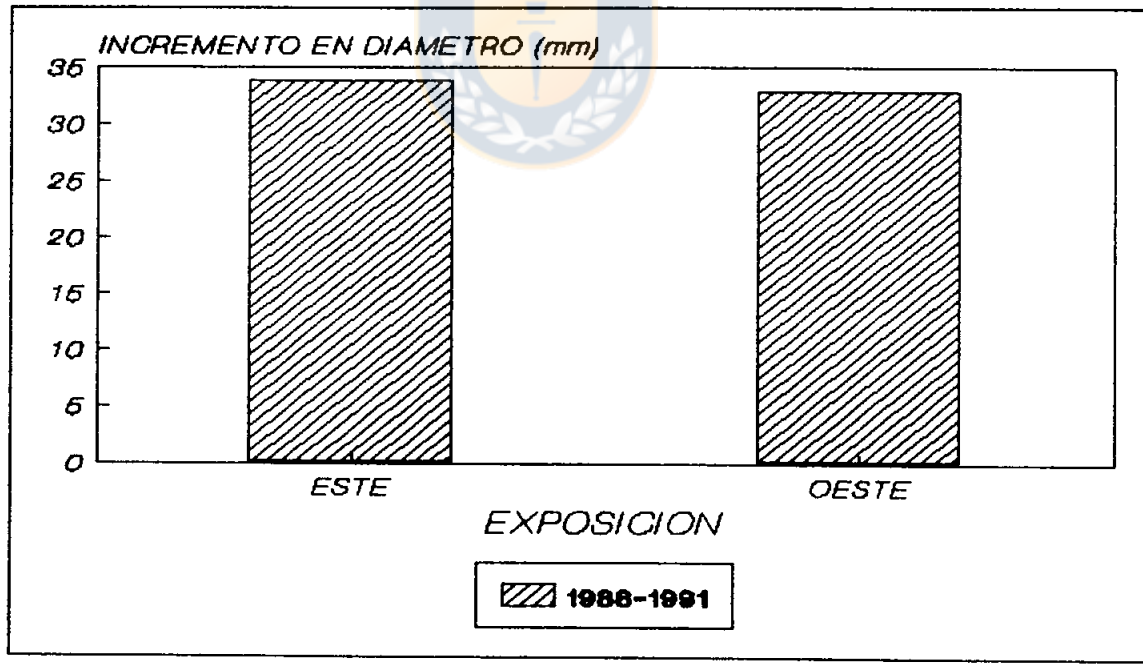

Figura 35. Efecto de la exposición en el incremento en diámetro de **Pseudotsuga menziesii** después de tres años.

transcurridas tres temporadas de crecimiento en terreno (1988-1991) la situación se invierte y los incrementos son levemente superiores en la exposición Este. Estos resultados son concordantes con los obtenidos para crecimiento en diámetro.

Para el factor posición en la pendiente, la Figura 36 muestra que las plantas logran mayor incremento cuando son establecidas en la parte media de la pendiente, resultado que también concuerda con lo encontrado para crecimiento diamétrico. Además, el análisis estadístico señala que en ambos casos las diferencias no son significativas.

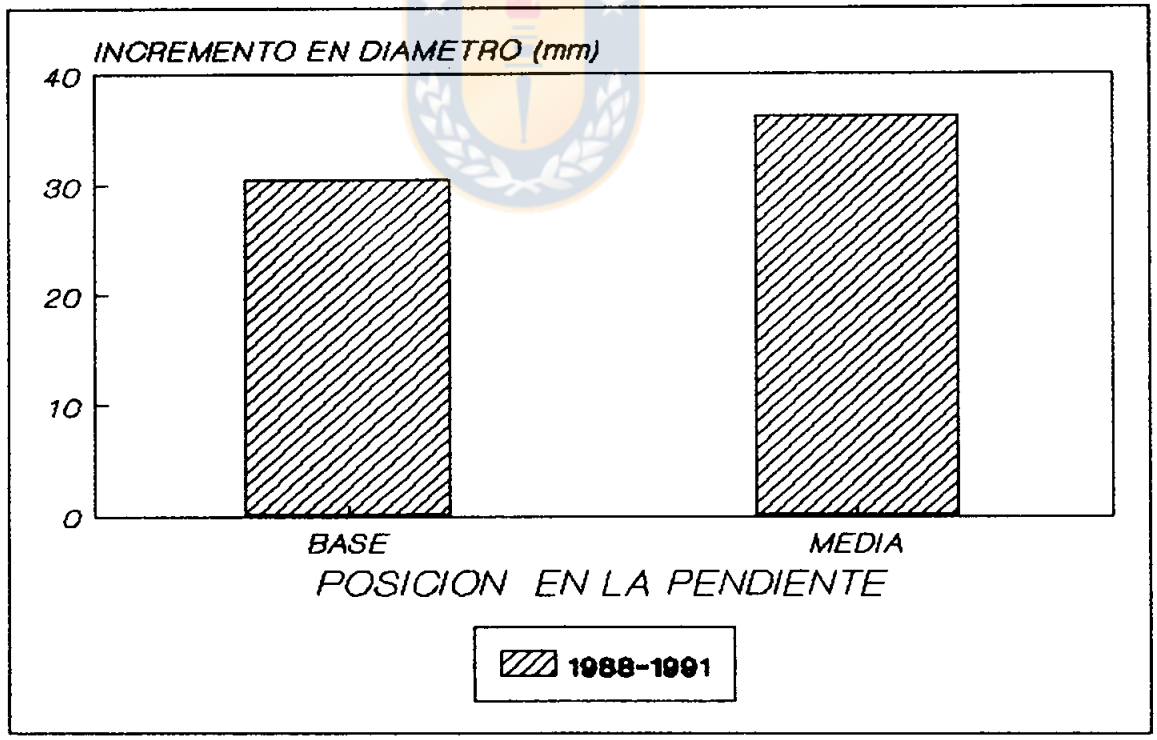

Figura 36. Efecto de la posición en la pendiente en el incremento en diámetro de Pseudotsuga menziesii a tres años del establecimiento.

Respecto de calidad de plantas, la Tabla 13 muestra que, para el primer período de evaluación, las plantas de primera y tercera categoría tienen incrementos superiores al manifestado por la categoría intermedia, pero para el período 1988-1991, como se muestra en la Figura 37, el incremento tiene directa relación con el diámetro inicial de las plantas, siendo mayor para aquellas originalmente más gruesas. Esto concuerda con lo señalado por Burschel et al. (1973) y Escobar et al. (1977a), quienes plantean que las diferencias iniciales se mantienen o acrecientan y que el incremento medio es mayor en plantas más gruesas.

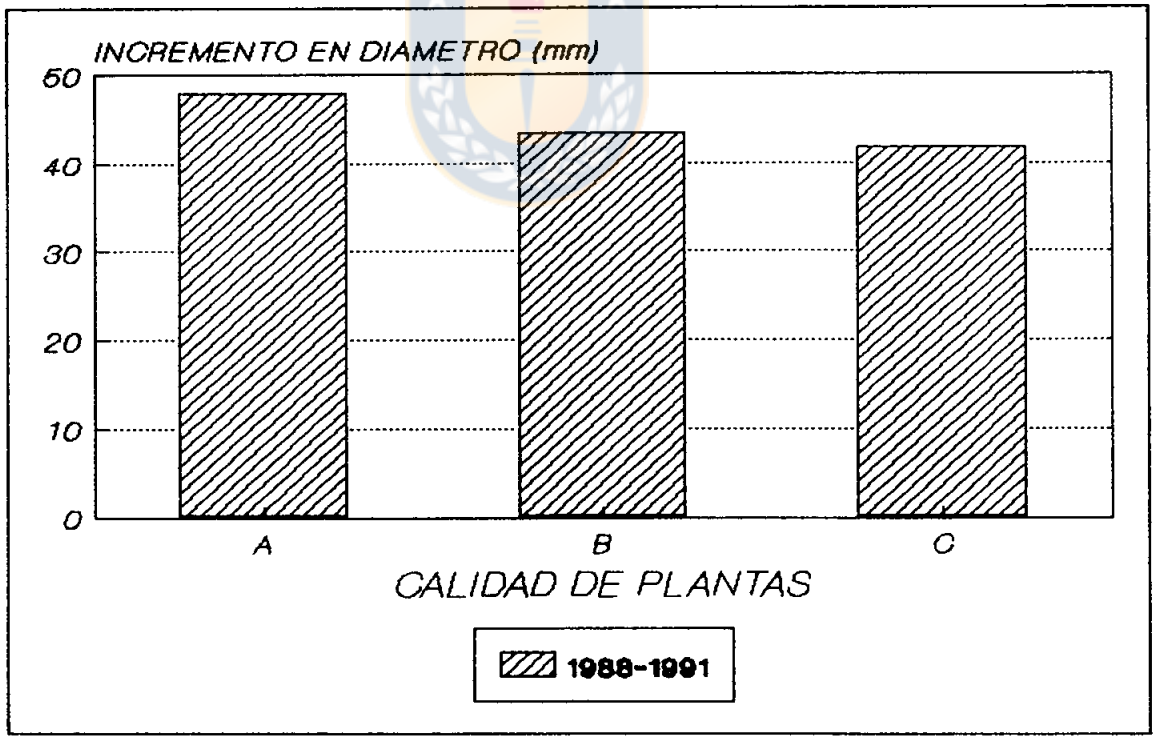

Figura 37. Efecto de la calidad de plantas en el incremento en diámetro de Pseudotsuga menziesii después de tres años.

Por otra parte, los análisis estadísticos muestran que, para ambos períodos de evaluación, es significativa la interacción exposición-posición en la pendiente, cuyos valores se presentan en las Tablas 18 y 19.

TABLA 18. VALORES MEDIOS DE INCREMENTO EN DIAMETRO DE **Pseudotsuga menziesii** PARA LA INTERACCION EXPOSICION-POSICION EN LA PENDIENTE EN EL PERIODO 1988-1989.

EXPOSICION	POSICION EN LA PENDIENTE BASE	MEDIA	PROMEDIO
	Incremento en diámetro (mm)		
ESTE	4.32	4.01	4.16
OESTE	3.68	5.43	4.55
PROMEDIO	4.00	4.72	

En la Tabla 18, los valores muestran que el comportamiento inicial del incremento en diámetro es considerablemente afectado por los factores fisiográficos, alcanzando su mayor expresión en exposición Oeste y posición media de la pendiente.

TABLA 19. VALORES MEDIOS DE INCREMENTO EN DIAMETRO DE **Pseudotsuga menziesii** PARA LA INTERACCION EXPOSICION-POSICION EN LA PENDIENTE EN EL PERIODO 1988-1991.

EXPOSICION	POSICION EN LA PENDIENTE BASE	MEDIA	PROMEDIO
	Incremento en diámetro (mm)		
ESTE	32.71	34.79	33.75
OESTE	28.16	37.49	32.82
PROMEDIO	30.43	36.14	

La situación antes descrita se mantiene de manera similar para el período 1988-1991 (Tabla 19); aún cuando el incremento es levemente superior en exposición Este, en exposición Oeste en incremento en diámetro mejora en la medida que se asciende hacia la mitad de la pendiente.

4.2.3.2 Altura de plantas. En la Tabla 13 se presentan los valores medios de crecimiento en altura en Marzo de 1989 y Marzo de 1991 y los valores medios de incremento en altura para los períodos 1988-1989 y 1988-1991.

Los valores de la Tabla 13 muestran que, para crecimiento en altura, en ambas temporadas de evaluación, las plantas alcanzan una mayor altura en exposición Este, superando en 20,5% la de las que crecen en exposición Oeste, después de tres temporadas en terreno. Estas diferencias son significativas y concuerdan con lo señalado por Munson (1985) y Thompson (1985), en cuanto a que la altura es un buen indicador de crecimiento en terreno.

Por otra parte, los valores de la Tabla 13, para el factor posición en la pendiente, muestran que en esta especie y bajo las condiciones del ensayo, éste no juega un rol fundamental en su crecimiento, ya que para ambas temporadas los valores alcanzados son muy similares tanto en la base como en la parte media de la pendiente, no mostrando diferencias al

nivel probado. Sin embargo, la misma tabla muestra que, para la evaluación de 1989 son significativas las interacciones exposición-calidad de plantas y exposición-posición en la pendiente-calidad de plantas, cuyos valores se presentan en la Tabla 20 y Figura 38, respectivamente.

TABLA 20. VALORES MEDIOS DE ALTURA DE PLANTAS DE **Pseudotsuga menziesii** PARA LA INTERACCION EXPOSICION-CALIDAD DE PLANTAS EN MARZO DE 1989.

EXPOSICION	CALIDAD DE PLANTAS A	B	C	PROMEDIO
	Altura (cm)			
ESTE	62.85	51.19	45.05	53.03
OESTE	59.95	52.70	43.82	51.16
PROMEDIO	61.40	51.94	44.43	

Los valores de la tabla anterior muestran que, para la primera y tercera categoría de diámetro de plantas, el crecimiento en altura mejora en exposición Este, mientras que para la categoría intermedia es levemente superior al Oeste. Además, para ambas exposiciones las categorías superiores alcanzan un mayor crecimiento en altura que aquella inmediatamente inferior.

Analizando la Figura 38 se deduce que, para la primera categoría de diámetro (A: 12-14 mm) el crecimiento en altura es mayor en exposición Este y en la base de la pendiente,

para disminuir paulatinamente en la medida que se asciende en la ladera y se alcanza la exposición Oeste, donde sigue disminuyendo hacia la base de la misma. Las plantas de la segunda categoría (B: 10-12 mm) presentan un comportamiento diferente, por cuanto son más altas al Oeste y su comportamiento respecto de posición en la pendiente es errático, aún cuando en promedio (Tabla 13) no presentan diferencias. Para la tercera categoría de diámetro (C: 8-10 mm) las plantas alcanzan una altura promedio levemente superior en exposición Este, no manifestando efecto de la posición en la pendiente en esta variable.

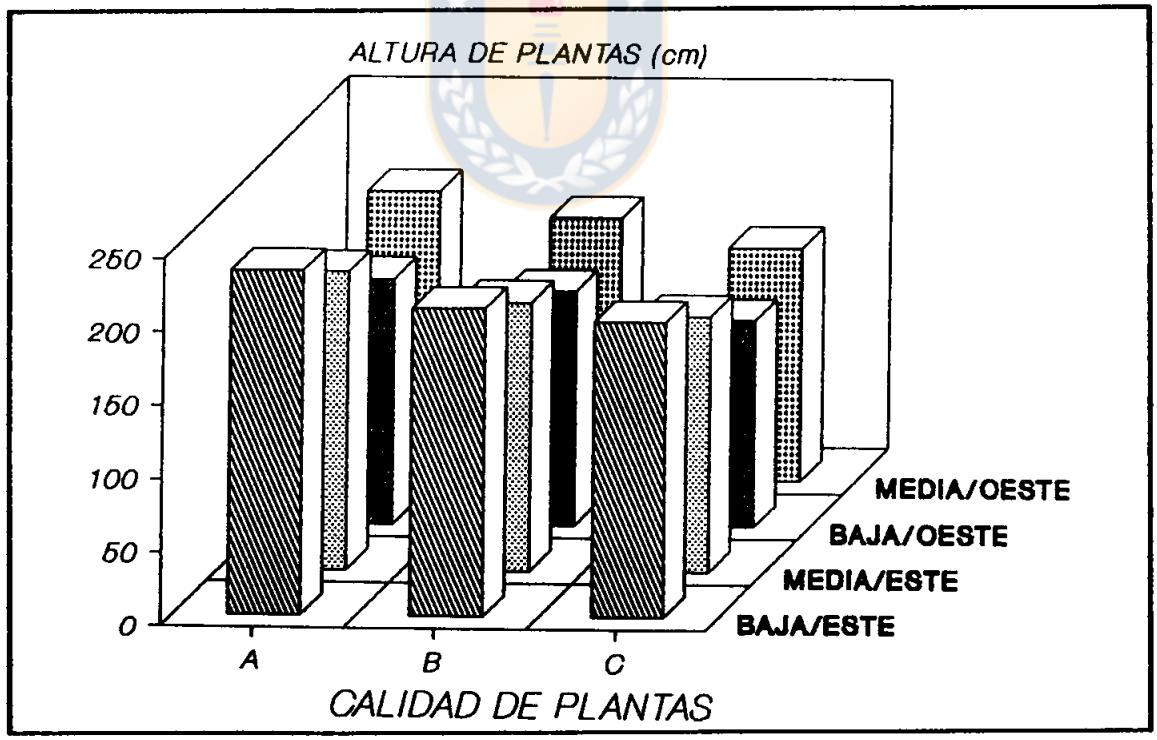

Figura 38. Efecto de la exposición, posición en la pendiente y calidad de planta en la altura de Pseudotsuga menziesii en la primera temporada de crecimiento.

Para la temporada de evaluación de Marzo de 1991, los análisis estadísticos mostraron que la interacción exposición-posición en la pendiente era significativa. Los valores de la misma se presentan en la Tabla 21.

TABLA 21. VALORES MEDIOS DE ALTURA DE PLANTAS DE **Pseudotsuga menziesii** PARA LA INTERACCION EXPOSICION-POSICION EN LA PENDIENTE EN MARZO DE 1991.

EXPOSICION	POSICION EN LA PENDIENTE BASE	MEDIA	PROMEDIO
	Altura (cm)		
ESTE	215.19	186.57	200.88
OESTE	155.70	177.61	166.65
PROMEDIO	185.44	182.09	

Los valores de la tabla anterior señalan que, luego de transcurridas tres temporadas de crecimiento en terreno, las planta de pino oregón alcanzan un mayor crecimiento en altura en exposición Este y en la parte baja de la pendiente.

Para la variable incremento en altura, el comportamiento de esta especie es similar al mostrado por el crecimiento en altura.

La Figura 39 muestra que la exposición tiene un fuerte efecto sobre el incremento en altura de **Pseudotsuga menziesii**, siendo éste 29% mayor al Este que al Oeste.

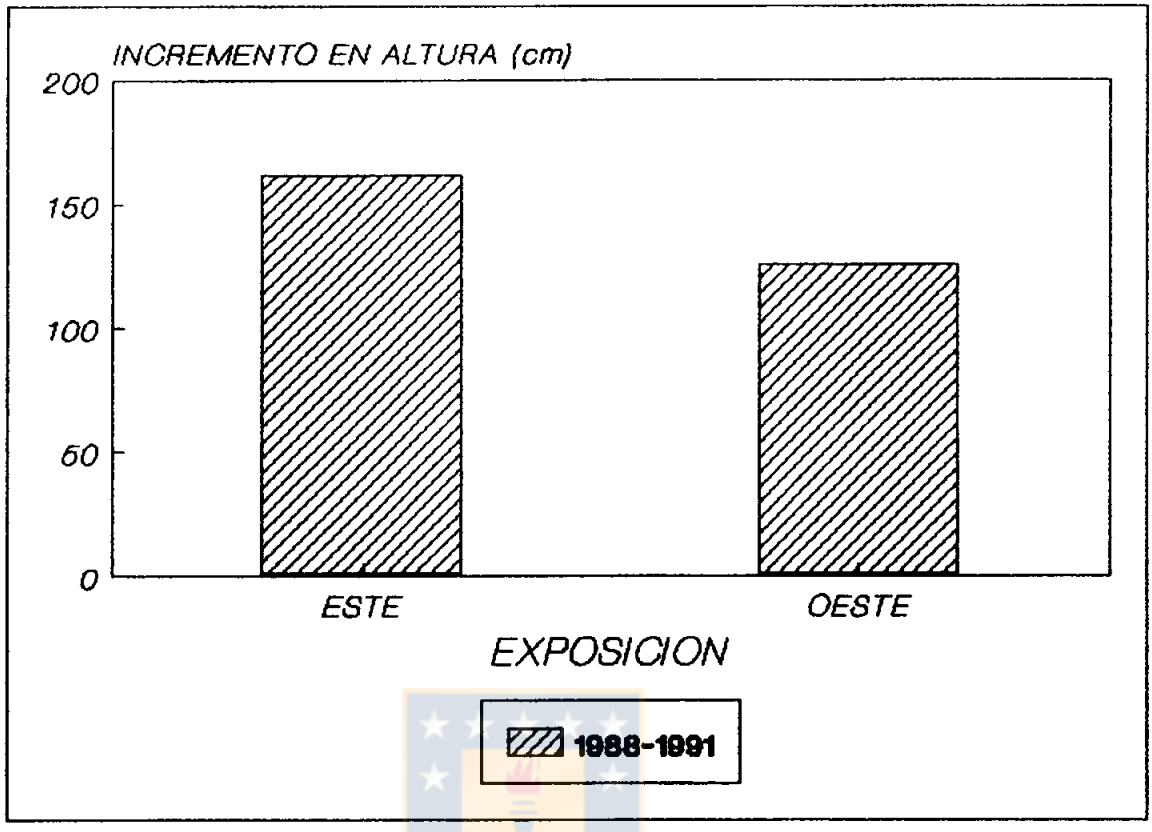

Figura 39. Efecto de la exposición en el incremento en altura de plantas de Pseudotsuga menziesii a tres años de establecidas en terreno.

La Figura 40, en cambio, muestra que el efecto de la posición en la pendiente no es significativo en el incremento en altura de esta especie, resultado que es consistente con el encontrado para crecimiento de la misma variable en ambas temporadas de evaluación.

Por otra parte, el diámetro inicial de las plantas sí manifiesta efecto en el incremento en altura y, tal como lo muestra la Figura 41, ambas variables guardan una relación directa luego de tres temporadas de crecimiento en terreno.

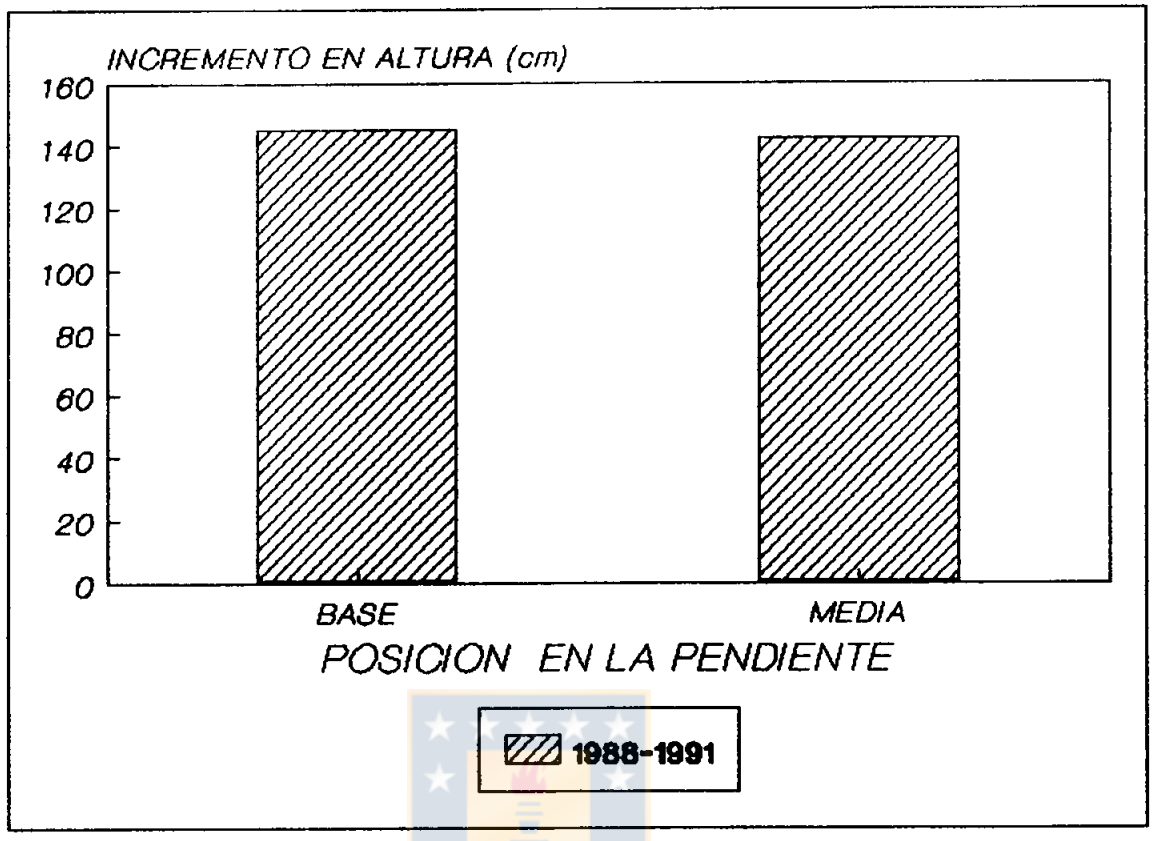

Figura 40. Efecto de la posición en la pendiente en el incremento en altura de Pseudotsuga menziesii después de tres años de establecidas.

En otro sentido, la tabla 13 muestra que, para el período 1988-1989 son significativas las interacciones exposición-posición en la pendiente y exposición-posición en la pendiente-calidad de plantas, mientras que para el período 1988-1991 lo es la interacción exposición-posición en la pendiente. Los valores de estas interacciones se muestran y comentan en las tablas y figuras siguientes.

Para esta interacción, el comportamiento es el mismo que el mostrado para crecimiento en altura en Marzo de 1991 por esta

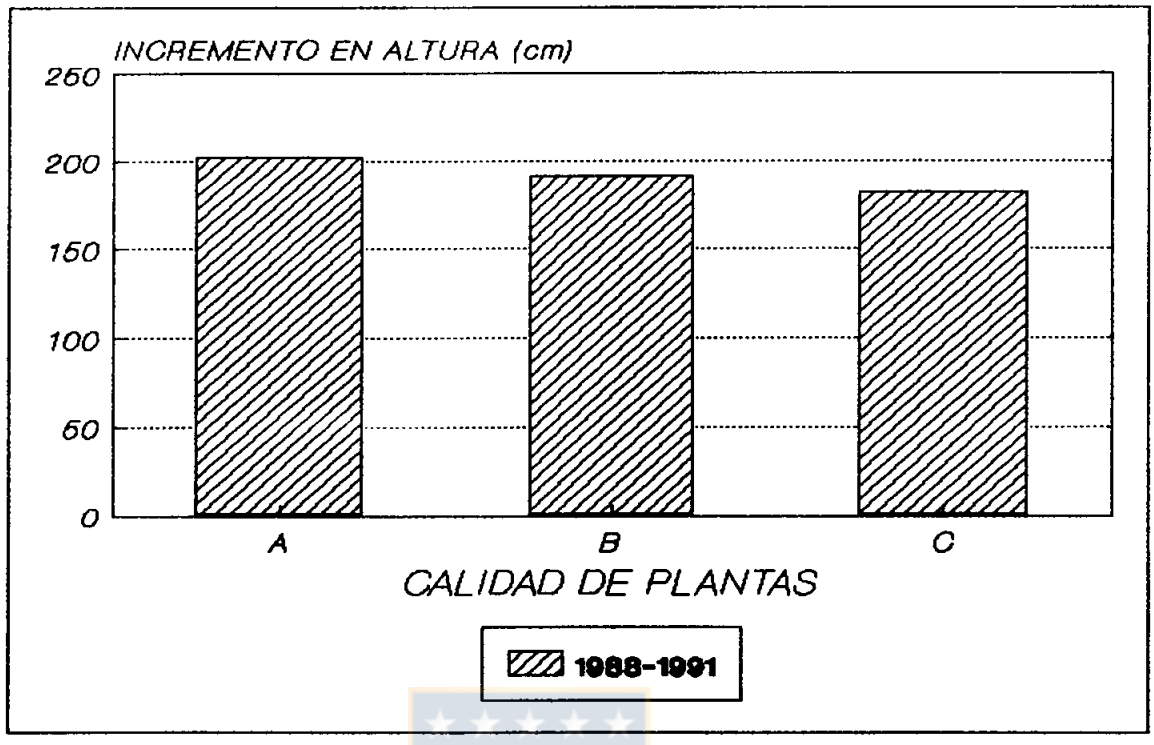

Figura 41. Efecto de la calidad de plantas en el incremento en altura de Pseudotsuga menziesii a tres años del establecimiento.

especie: las plantas incrementan más en altura en exposición Este y en la base de la pendiente; decrece al ascender por la ladera y pasar a exposición Oeste, donde sigue disminuyendo a medida que se desciende en la pendiente (Tabla 22).

TABLA 22. VALORES MEDIOS DE INCREMENTO EN ALTURA DE PLANTAS DE **Pseudotsuga menziesii** PARA LA INTERACCION EXPOSICION-POSICION EN LA PENDIENTE EN EL PERIODO 1988-1989.

EXPOSICION	POSICION EN LA PENDIENTE BASE	MEDIA	PROMEDIO
	Altura (cm)		
ESTE	15.14	14.31	14.72
OESTE	10.60	13.50	12.05
PROMEDIO	12.87	13.90	

TABLA 23. VALORES MEDIOS DE INCREMENTO EN ALTURA DE Pseudotsuga menziesii PARA LA INTERACCION EXPOSICION-POSICION EN LA PENDIENTE-CALIDAD DE PLANTAS EN EL PERIODO 1988-1989.

CALIDAD DE PLANTAS	EXPOSICION ESTE BASE	ESTE MEDIA	OESTE BASE	OESTE MEDIA	PROMEDIO
A	17.08	13.16	10.45	14.47	13.79
B	14.57	13.96	11.48	13.45	13.36
C	13.79	15.80	9.89	12.57	13.01
PROMEDIO	15.15	14.31	10.61	13.50	

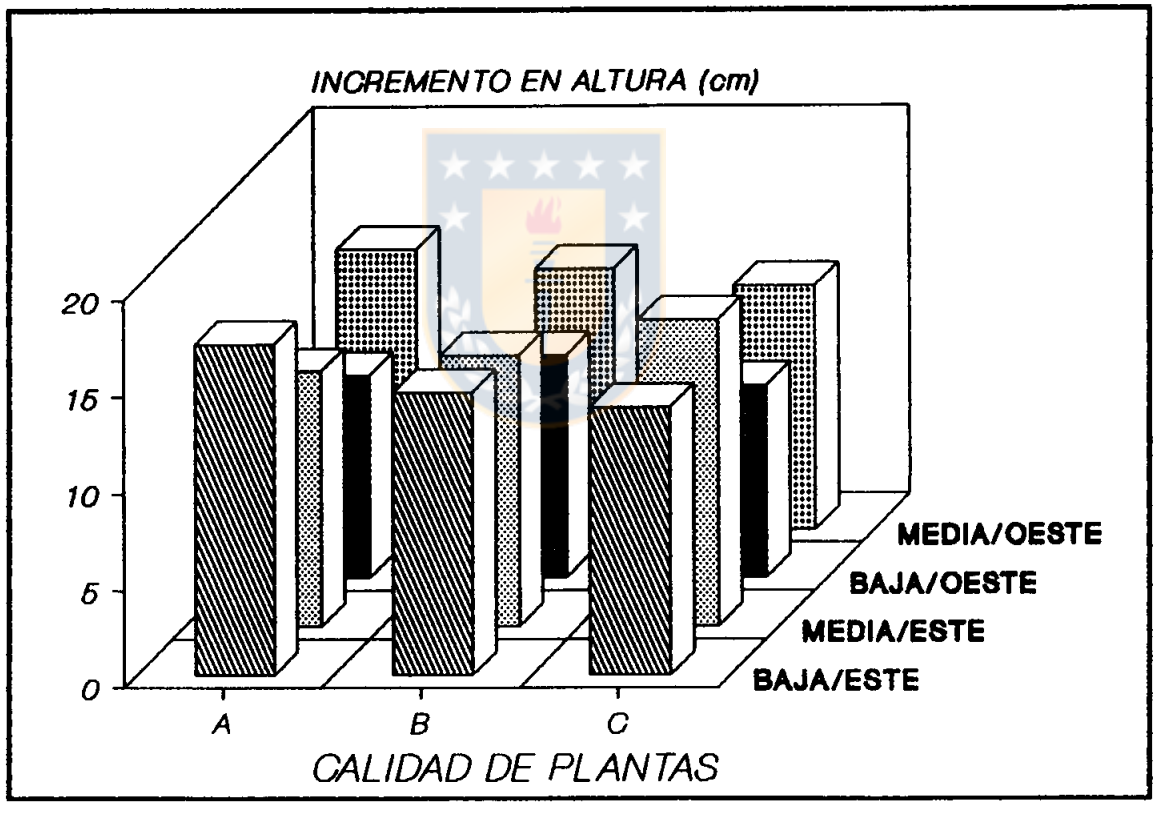

Figura 42. Efecto de la exposición, posición en la pendiente y calidad de planta en el incremento en altura de Pseudotsuga menziesii en la primera temporada de crecimiento.

De los valores de la figura anterior, que se complementan con

la Tabla 23, se desprende que el comportamiento de esta especie, al iniciar su crecimiento en el lugar definitivo, es muy distinto para las dos exposiciones en estudio, dependiendo de la posición en la pendiente y calidad de las plantas. Desde la perspectiva de este último factor, se aprecia que, en exposición Este, los valores de incremento en altura se invierten respecto de las distintas categorías iniciales de diámetro según sean establecidas en la base o en la mitad de la pendiente. Por otra parte, en exposición Oeste las distintas categorías de diámetro muestran un comportamiento errático en la base de la pendiente, no pudiendo identificarse una tendencia clara en esta posición, mientras que en la mitad de la pendiente el comportamiento es similar al mostrado en la base de la pendiente en exposición Este.

TABLA 24. VALORES MEDIOS DE INCREMENTO EN ALTURA DE PLANTAS DE **Pseudotsuga menziesii** PARA LA INTERACCION EXPOSICION-POSICION EN LA PENDIENTE EN EL PERIODO 1988-1991.

EXPOSICION	POSICION EN LA PENDIENTE		
	BASE	MEDIA	PROMEDIO
	Altura (cm)		
ESTE	176.52	147.61	162.06
OESTE	114.43	136.73	125.58
PROMEDIO	145.47	142.17	

Los valores de la tabla anterior muestran que, transcurridas

tres temporadas de crecimiento en terreno, el comportamiento del incremento en altura para esta especie mantiene la misma tendencia mostrada en la primera temporada, encontrando su mayor expresión en exposición Este y en la base de la pendiente.

4.2.3 Pinus radiata. En la Tabla 25 se muestran los valores medios de supervivencia, para las temporadas de evaluación de Diciembre de 1988, Marzo de 1989, 1990 y 1991; diámetro de cuello y altura de plantas para Marzo de 1989 y 1991 e incrementos de ambas variables en los periodos 1988-1989 y 1988-1991.

4.2.3.1 Supervivencia. Los valores de la Tabla 25 muestran que, al igual como sucede con **Eucalyptus globulus** y **Pseudotsuga menziesii**, la supervivencia en pino radiata disminuye a través del tiempo. Sin embargo, la mortalidad de plantas es menor que en las otras especies, alcanzando, en la condición menos ventajosa, un 5,42% en el lapso de tres temporadas en terreno. Se observa además, que hasta la evaluación de Marzo de 1990, esta especie no muestra efecto de ninguno de los factores en estudio en la supervivencia de plantas, lo cual estaría indicando que la especie tiene una mayor plasticidad que las demás utilizadas en este estudio, por cuanto bajo las mismas condiciones de clima y suelo muestra un comportamiento diferente. Plasticidad que le ha

TABLA 25. VALORES MEDIOS DE SUPERVIVENCIA (%), DIAMETRO DE CUELLO (mm), ALTURA (cm) E INCREMENTOS EN DIAMETRO (mm) Y ALTURA (cm) POR FACTOR Y PARA LAS FECHAS QUE SE INDICAN PARA LA ESPECIE *Pinus radiata*.

	SUPERVIVENCIA (%)				CRECIMIENTO DIAMETRO (mm)		CRECIMIENTO ALTURA (cm)		INCREMENTOS DIAMETRO (mm)		INCREMENTOS ALTURA (cm)	
FACTOR	DIC.1988	MAR.1989	MAR.1990	MAR.1991	MAR.1989	MAR.1991	MAR.1989	MAR.1991	1988-89	1988-91	1988-89	1988-91
EXPOSICION												
ESTE	100.00	99.58	98.96	97.92a	9.73	51.50	54.65	204.72	4.42	46.41	25.02a	174.92
OESTE	99.83	99.58	98.12	94.58b	10.47	47.74	52.40	197.30	5.16	42.52	20.41b	164.99
POSICION EN LA PENDIENTE												
BASE	99.83	99.79	98.96	95.42	10.80a	54.81a	58.65a	229.73a	5.53a	49.69a	27.63a	198.59a
MEDIA	100.00	99.38	98.12	97.08	9.40b	44.44b	48.41b	172.30b	4.16b	39.23b	17.80b	141.32b
CALIDAD DE PLANTAS												
A	100.00	99.69	99.06	97.50	14.67a	69.17a	77.06a	279.51a	6.39	61.34a	30.07a	232.19a
B	100.00	99.69	98.75	96.25	13.56b	66.49b	72.13b	269.35b	6.73	59.62b	32.39b	229.18a
C	99.75	99.38	97.81	95.00	12.17c	62.83c	64.93c	255.18c	6.24	56.89c	28.41c	218.46b
ANALISIS DE VARIANZA												
EXPOSICION	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS
POSICION EN LA PENDIENTE	NS	NS	NS	NS	*	*	*	*	*	*	*	*
CALIDAD DE PLANTAS	NS	NS	NS	NS	*	*	*	*	NS	*	*	*
INTERACCIONES PRIMER ORDEN												
EXPOSICION-POSICION	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	*	*	NS	NS
EXPOSICION-CALIDAD	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
POSICION-CALIDAD	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
INTERACCIONES SEGUNDO ORDEN												
EXPOSIC.-POSICION-CALIDAD	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

* : Significativo para P 0.05
NS : No significativo
Valores con letras iguales no tienen diferencia significativa.

permitido mostrar un comportamiento satisfactorio en una amplia gama edafoclimática en el país.

En la evaluación de Marzo de 1991, los valores de la Tabla 25 muestran que el factor exposición presenta diferencias significativas para esta variable, siendo la supervivencia 3,3% mayor al Este que al Oeste. A su vez, los distintos niveles de posición en la pendiente continúan mostrando valores muy similares de supervivencia, indicando que éste no es un factor determinante en la supervivencia de esta especie.

Situación similar ocurre con la calidad de plantas. La Figura 43 muestra que, luego de tres temporadas de establecidas en terreno, las plantas de **Pinus radiata** muestran supervivencia superior a 95% para las tres categorías de diámetro utilizadas en el estudio. Ello probablemente se deba a que las condiciones de clima del lugar no permiten que los diferentes tipos de plantas muestren sus distintas potencialidades, como sucede cuando se analizan otras variables que tienen mayor dependencia de los atributos de la planta. Sánchez (1991) y Escobar et al. (1992) señalan que las condiciones de suelo y clima no son un factor limitante para la supervivencia de plantas en la zona de Valdivia.

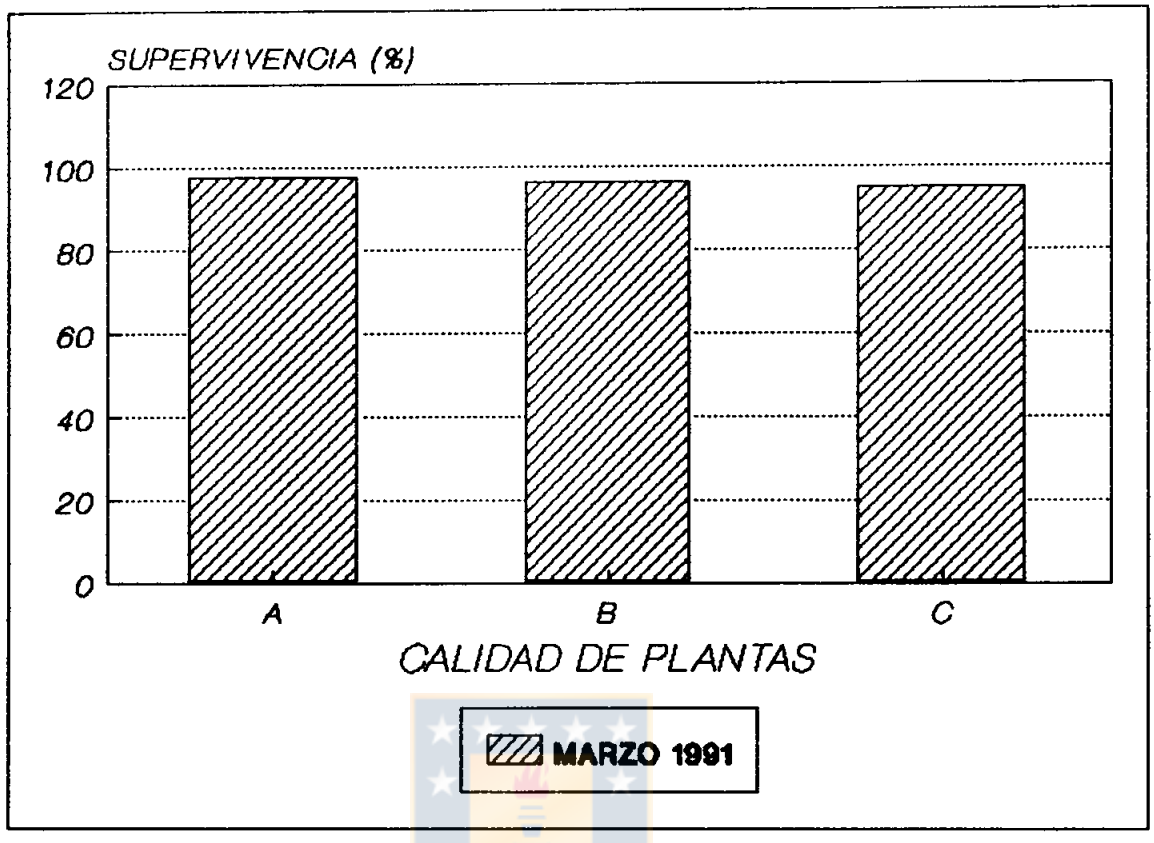

Figura 43. Efecto de la calidad de plantas en la supervivencia de Pinus radiata después de tres años en terreno.

4.2.3.2 Diámetro de cuello. Los valores de la Tabla 25 muestran que, para esta variable el factor exposición tiene un efecto diferente en el tiempo: durante la temporada 1989, el crecimiento en diámetro es mayor al Oeste; durante la temporada 1991, la situación es inversa. Aún cuando el mayor crecimiento al Este pudiera explicarse por la mayor humedad imperante en esta exposición, el comportamiento errático antes descrito no puede ser atribuido a las condiciones de ensayo y requeriría de estudios más específicos al respecto.

Para el factor posición en la pendiente, los valores de la Tabla 25 muestran que existe un comportamiento concordante a través del tiempo y que, tanto en Marzo de 1989 como 1991, el crecimiento diamétrico es superior en la base de la pendiente, superando en 13 y 19%, respectivamente, los valores alcanzados en la parte media de la misma. Pritchett (1991), para **Pinus radiata**, señala que una mejor humedad del suelo y mejores condiciones en cuanto a contenido de nutrientes en la base de la pendiente dan como resultado un crecimiento superior.

Respecto del empleo del diámetro de cuello como criterio de calidad de plantas, los valores de la Tabla 25 muestran que, en las dos temporadas de evaluación, éstas mantienen el orden de magnitud en relación a las categorías iniciales, confirmando en este sentido lo aseverado por Burschel et el. (1973) en cuanto a que la plantas más grandes conservan su supremacía a lo largo del tiempo. La tabla muestra además, que se producen diferencias estadísticas para la interacción exposición-posición en la pendiente en la evaluación de Marzo de 1991 (Tabla 26).

Los valores de la Tabla 26 muestran que el crecimiento en diámetro de cuello, para esta especie, se ve favorecido en la posición baja de la pendiente en exposición Este. Además, que el comportamiento es muy similar en la misma posición, pero

en exposición Oeste, reflejando en este caso una mayor sensibilidad de la especie respecto de la posición en la pendiente que de la exposición, los que concuerda con lo señalado por Ruiz y Schlatter (1985) en este sentido.

TABLA 26. VALORES MEDIOS DE DIAMETRO DE CUELLO DE **Pinus radiata** PARA LA INTERACCION EXPOSICION-POSICION EN LA PENDIENTE EN MARZO DE 1991.

EXPOSICION	POSICION EN LA PENDIENTE BASE	MEDIA	PROMEDIO
	Incremento en diámetro (mm)		
ESTE	54.88	48.12	51.50
OESTE	54.73	40.75	47.74
PROMEDIO	54.80	44.43	

El incremento en diámetro de cuello mantiene el comportamiento mostrado por el crecimiento de la misma variable, tanto para exposición como posición de las plantas en la pendiente.

Los valores de la Tabla 25 muestran que durante la primera temporada de crecimiento en terreno, el incremento en diámetro es un 14,2% mayor en exposición Oeste. Sin embargo, luego de tres temporadas, el incremento alcanzado por las plantas establecidas en exposición Este supera en 9% al de las plantadas en exposición Oeste (Figura 44).

Para el factor posición en la pendiente, la Tabla 25 muestra que, al igual que el crecimiento en diámetro, el incremento

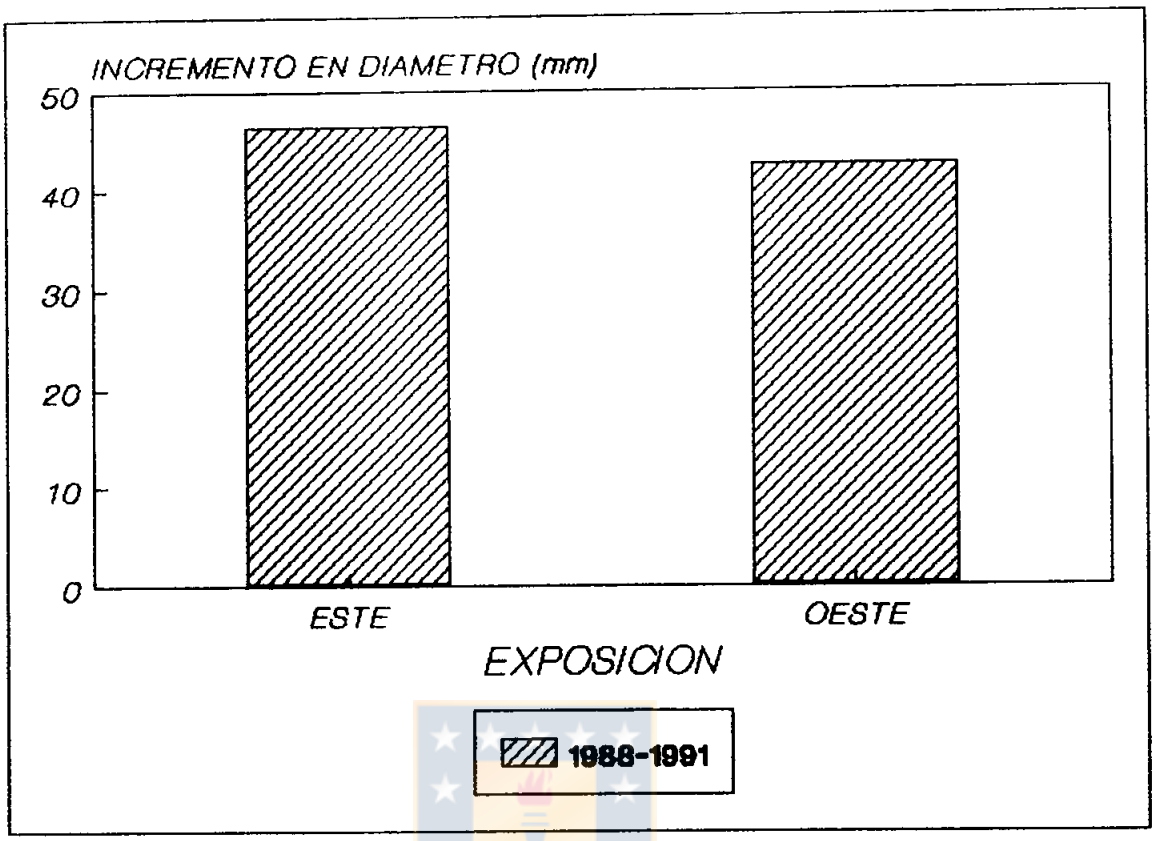

Figura 44. Efecto de la exposición en el incremento en diámetro de Pinus radiata después de tres años en terreno.

es superior en la base de la misma para los dos períodos estudiados.

En la Figura 45 se aprecia que, en el período comprendido entre Julio de 1988 y Marzo de 1991, las plantas establecidas en la base de la pendiente logran un incremento en diámetro 26,7% mayor que el que alcanzan las plantadas en la mitad de la pendiente.

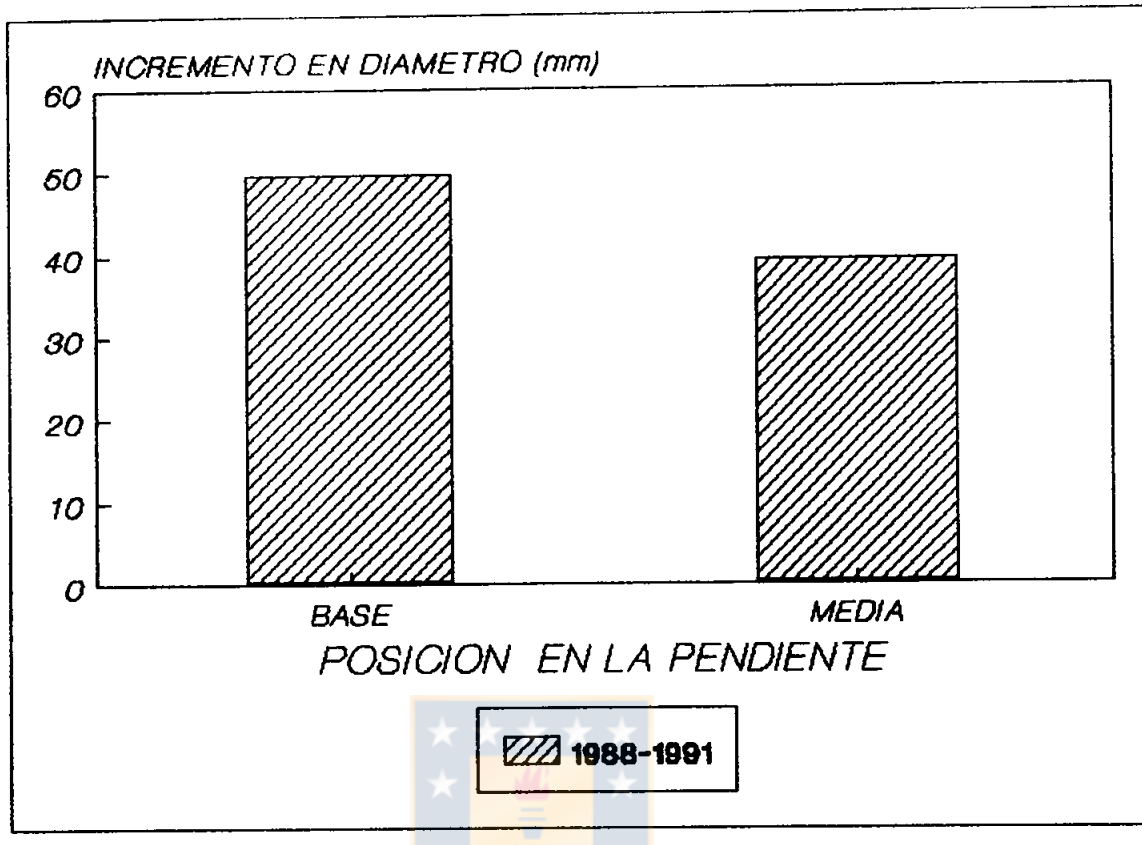

Figura 45. Efecto de la posición en la pendiente en el incremento en diámetro de Pinus radiata a tres años del establecimiento.

En relación al efecto de la calidad de plantas, la Figura 46 muestra que, al considerar el período total de estudio, las plantas inicialmente más gruesas alcanzan el mayor incremento diamétrico y que, además, se mantiene el orden de magnitud entre las distintas categoría de diámetro. Las diferencias entre categorías son significativas (Tabla 25).

Por otra parte, la Tabla 25 muestra que, para ambos períodos, es significativa la interacción exposición-posición en la pendiente, las cuales se presentan en las Tablas 27 y 28.

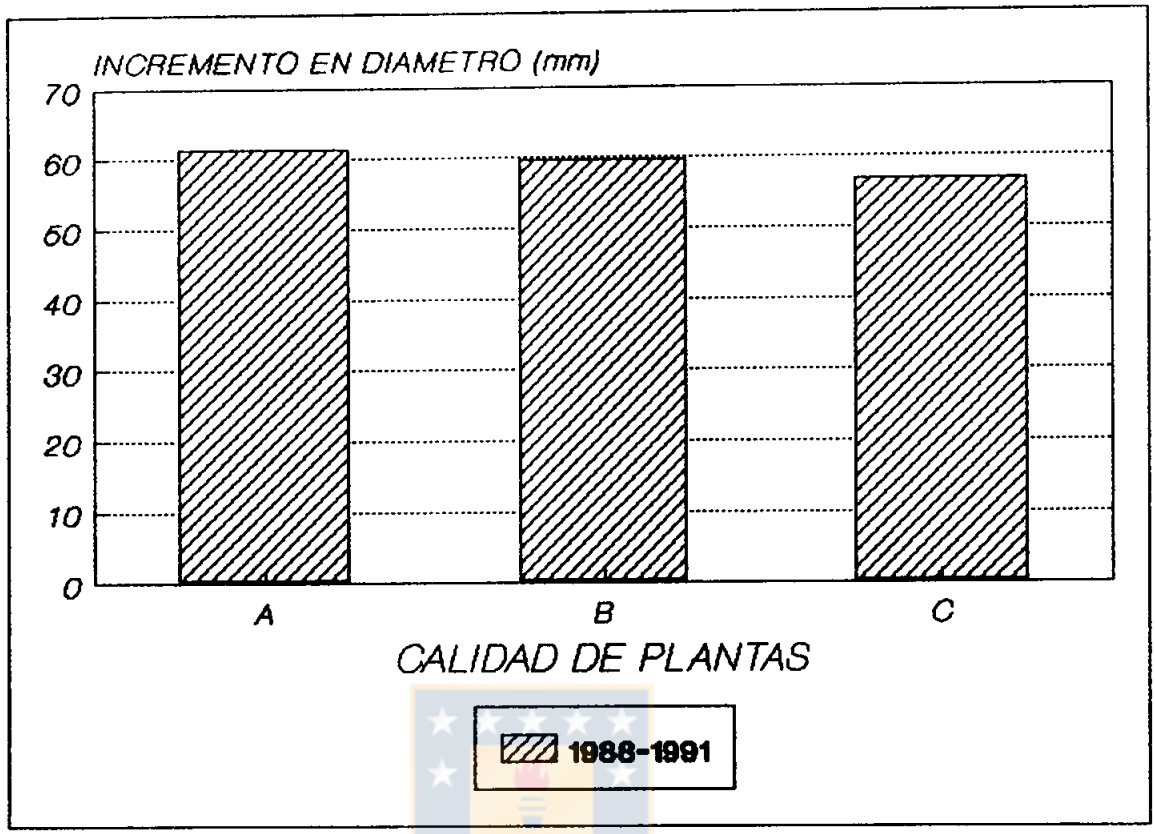

Figura 46. Efecto de la calidad de plantas en el incremento en diámetro de Pinus radiata después de tres años en terreno.

Los valores de la Tabla 27 muestran que el comportamiento de los incrementos presenta una tendencia muy similar a la del crecimiento diamétrico. Al igual que para aquel, los incrementos son mayores en la base de la pendiente, indistintamente de la exposición, mientras que la posición media resulta menos favorable, principalmente en exposición Este.

TABLA 27. VALORES MEDIOS DE INCREMENTO EN DIAMETRO DE **Pinus radiata** PARA LA INTERACCION EXPOSICION-POSICION EN LA PENDIENTE EN EL PERIODO 1988-1989.

EXPOSICION	POSICION EN LA PENDIENTE BASE	MEDIA	PROMEDIO
	Incremento en diámetro (mm)		
ESTE	5.61	3.43	4.52
OESTE	5.45	4.88	5.16
PROMEDIO	5.53	4.15	

Los valores de la Tabla 28 muestran que, al considerar el período total de estudio, el comportamiento de los incrementos diamétricos nuevamente mantienen la tendencia descrita para crecimiento en diámetro, lo cual confirma lo comentado en la Tabla 26.

TABLA 28. VALORES MEDIOS DE INCREMENTO EN DIAMETRO DE **Pinus radiata** PARA LA INTERACCION EXPOSICION-POSICION EN LA PENDIENTE EN EL PERIODO 1988-1991.

EXPOSICION	POSICION EN LA PENDIENTE BASE	MEDIA	PROMEDIO
	Incremento en diámetro (mm)		
ESTE	50.03	42.79	46.41
OESTE	49.36	35.68	42.52
PROMEDIO	49.69	39.23	

4.2.3.3 Altura de plantas. Los valores de la Tabla 25 para esta variable muestran que, en ambas temporadas de evaluación, el comportamiento de la especie se mantiene respecto de los factores en estudio. Al analizar el efecto de la exposición, la tabla muestra que las plantas crecen más en

exposición Este, superando en alrededor de 4% el crecimiento alcanzado por la plantas establecidas al Oeste. La diferencia señalada no en significativa.

De igual modo, cuando se analiza el comportamiento respecto de posición en la pendiente, los valores de la Tabla 25 muestran que las plantas establecidas en la base de la misma alcanzan una altura promedio significativamente superior a aquellas que crecen en la parte media. Este comportamiento, además, es concordante con el experimentado por el diámetro de cuello para el mismo factor.

Respecto de la calidad de plantas, tanto para la evaluación de Marzo de 1989 como 1991, se aprecia un comportamiento similar a diámetro de cuello, encontrándose que las plantas de mayor diámetro inicial crecen más en altura que aquellas de categoría inmediatamente inferior, lo cual una vez más indicaría que el diámetro de cuello es un buen predictor de crecimiento en terreno (Thompson, 1985), y ratifica lo planteado por Duryea (1985) en cuanto a que una mejor calidad de plantas permitirá mejorar el crecimiento futuro de los bosques.

Por otra parte, el incremento en altura sigue la misma tendencia que el crecimiento de esta variable, para los dos períodos analizados, tanto para exposición como posición en

la pendiente.

La Figura 47 muestra que el incremento en altura es un 6% mayor en exposición Este, diferencia que no alcanza significancia, pero que desde el punto de vista productivo puede resultar atractivo.

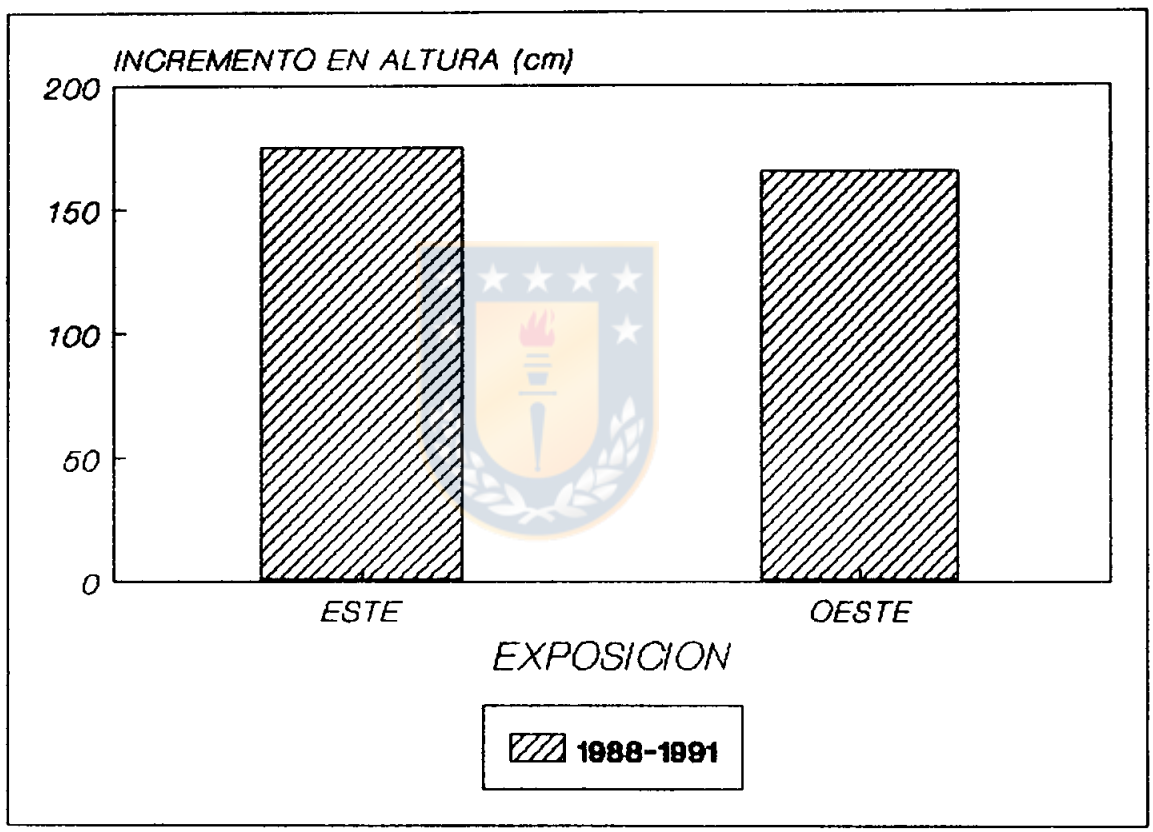

Figura 47. Efecto de la exposición en el incremento en altura de Pinus radiata después de tres años en terreno.

Por su parte, el efecto de la posición en la pendiente se muestra en la Figura 48 y resulta ser mucho más fuerte que el de exposición, con un 40,5% más de incremento en aquellas

plantas establecidas en la base de la pendiente.

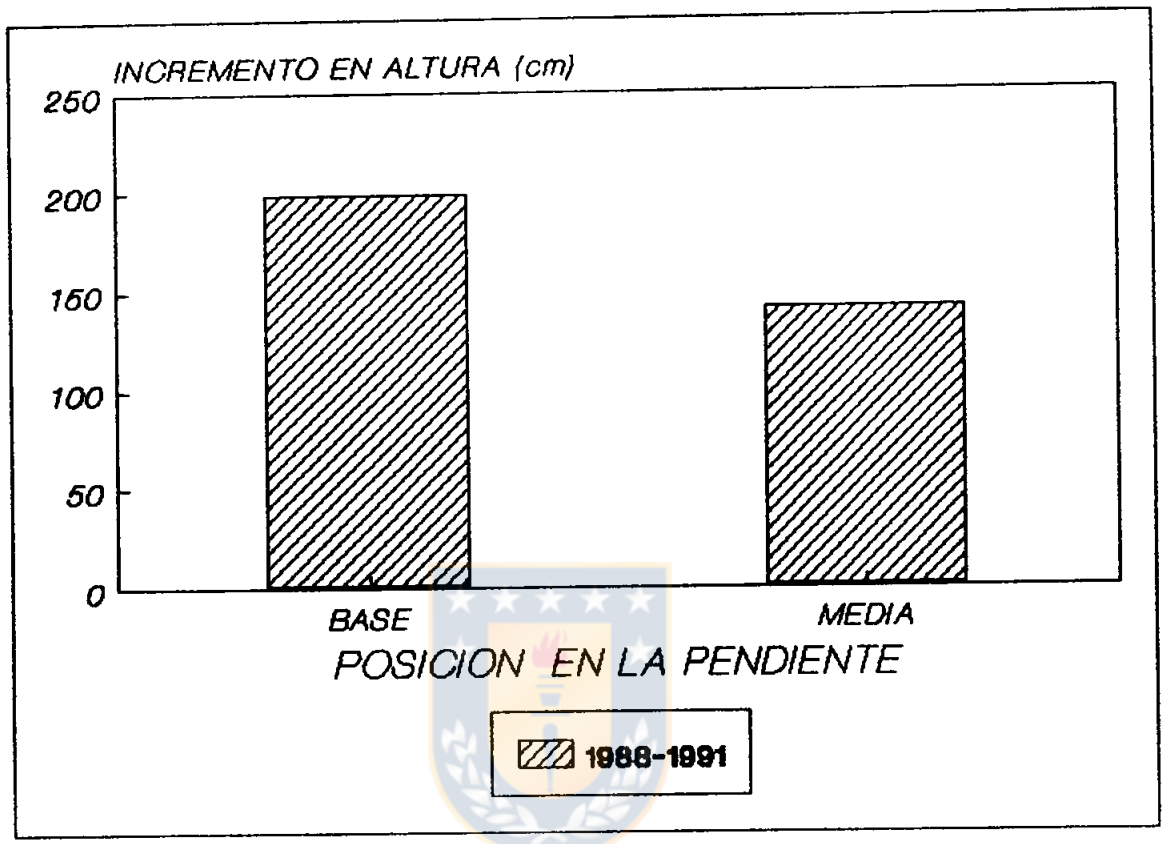

Figura 48. Efecto de la posición en la pendiente en el incremento en altura de Pinus radiata después de tres años en terreno.

La calidad de plantas, por otra parte, establece una diferencia significativa en esta variable en **Pinus radiata**, como se aprecia en la Figura 49, y es interesante notar que se mantiene la relación de magnitudes respecto del diámetro de las plantas al momento del establecimiento.

Respecto de las interacciones, para el período 1888-1989 es significativa la interacción exposición-calidad de plantas,

la cual se muestra en la Tabla 29.

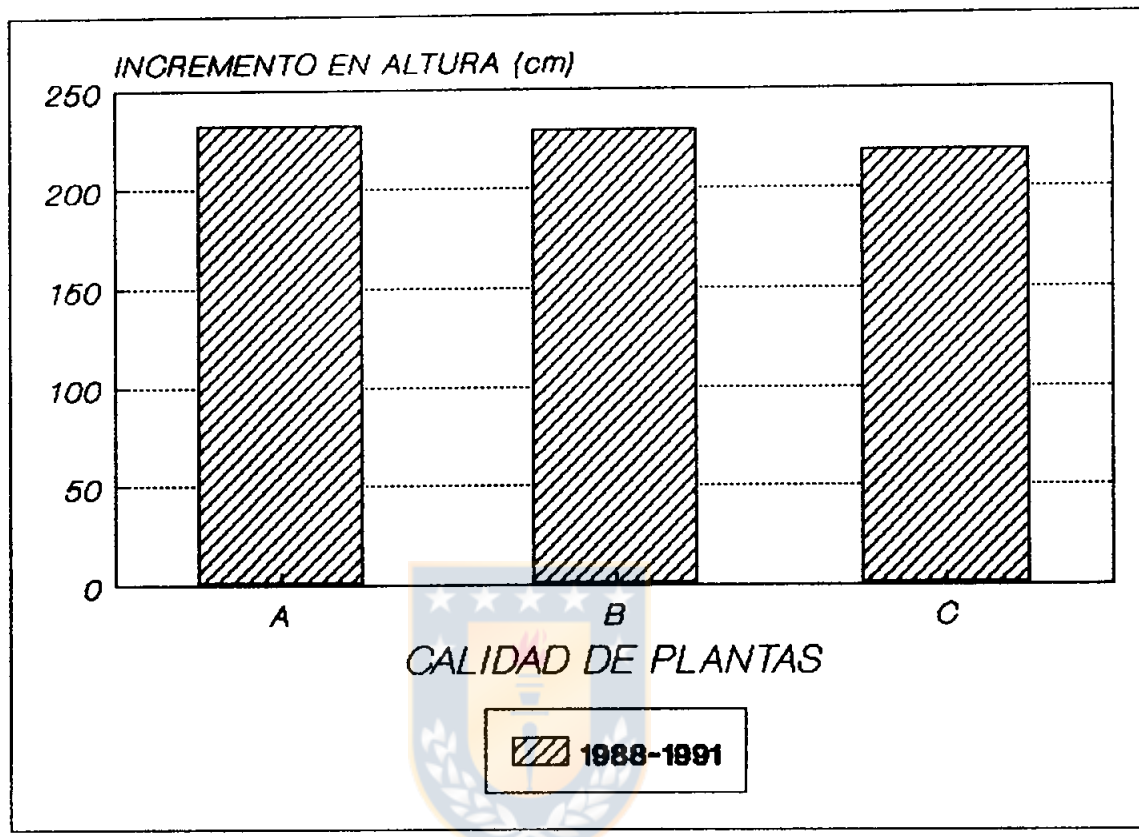

Figura 49. Efecto de la calidad de plantas en el incremento en altura de Pinus radiata después de tres años en terreno.

TABLA 29. VALORES MEDIOS DE INCREMENTO EN ALTURA DE **Pinus radiata** PARA LA INTERACCION EXPOSICION-CALIDAD DE PLANTAS EN EL PERIODO 1988-1989.

CALIDAD DE PLANTAS	E X P O S I C I O N E S T E	O E S T E	PROMEDIO
	Incremento en Altura (cm)		
A	23.93	21.18	22.55
B	28.25	20.33	24.29
C	22.88	19.73	21.30
PROMEDIO	25.02	20.41	

Al analizar los valores de la tabla anterior, se concluye que, cuando la exposición es más favorable (exposición Este), las plantas de categoría intermedia pueden lograr un mayor incremento en altura que las de primera categoría durante el primer período de crecimiento en terreno, mientras que al Oeste estas últimas pueden expresar su mayor potencial, superando a las plantas de diámetro inicial inferior.

V. CONCLUSIONES

1. La exposición en que se establece una plantación afecta de manera diferente la supervivencia de plantas de distintas especies. Las de **Pseudotsuga menziesii** y **Pinus radiata** sobreviven más al Este. Las de **Eucalyptus globulus** no son afectadas por este factor.

2. La exposición en que se establece una plantación afecta en forma distinta las tasas de crecimiento e incremento en diámetro de diferentes especies. **Eucalyptus globulus** logra mayores valores, para ambas variables, en exposición Oeste; **Pseudotsuga menziesii** y **Pinus radiata** no son afectadas por este factor.

3. La exposición en que se establece una plantación afecta de manera diferente el crecimiento e incremento en altura de plantas de distintas especies. **Eucalyptus globulus** logra mayores valores, para ambas variables, en exposición Oeste; **Pseudotsuga menziesii** al Este y la altura de **Pinus radiata** no es afectada por este factor.

4. La posición de las plantas en la pendiente afecta de manera distinta la supervivencia de las especies. **Eucalyptus globulus** alcanza un mayor porcentaje de plantas vivas en posición media de la pendiente, en tanto la supervivencia de **Pseudotsuga menziesii** y **Pinus radiata** no es afectada por este factor.

5. La posición de las plantas en la pendiente afecta de manera diferente el crecimiento e incremento en diámetro de las distintas especies. **Pseudotsuga menziesii** crece más en diámetro en la parte media de la pendiente; **Pinus radiata** en la base de la misma. **Eucalyptus globulus** no muestra efecto de este factor en esta variable.

6. La posición de las plantas en la pendiente afecta el crecimiento e incremento en altura de las distintas especies. **Eucalyptus globulus** y **Pinus radiata** logran mayor altura en la base de la pendiente; **Pseudotsuga menziesii** no es afectado por este factor.

7. El diámetro inicial de las plantas no afectó la supervivencia en ninguna de las especies estudiadas.

8. El diámetro inicial de plantas tiene un efecto directo en el crecimiento e incremento en diámetro y altura de **Pseudotsuga menziesii** y **Pinus radiata**: a mayor diámetro corresponde mayor crecimiento e incremento en ambas variables.

9. En **Eucalyptus globulus**, las plantas inicialmente más gruesas logran mayores tasas de crecimiento e incremento en diámetro y altura; las más delgadas, los menores. Las plantas de las categorías de diámetro intermedias tienen un comportamiento errático, excepto para incremento en altura, en donde la relación es directa.

10. En exposición este, la supervivencia de **Eucalyptus globulus** es mayor en la parte media de la pendiente.

11. En exposición oeste, el crecimiento e incremento en diámetro de **Eucalyptus globulus** son mayores en la parte media de la pendiente en la primera temporada de crecimiento.

12. **Pseudotsuga menziesii** logra mayor crecimiento e incremento en diámetro en exposición este y parte media de la pendiente.

13. **Pseudotsuga menziesii** logra mayor crecimiento e incremento en altura en exposición este en la base de la pendiente.

14. **Pinus radiata** logra mayor crecimiento e incremento en diámetro en la exposición este y base de la pendiente.

15. Las plantas de **Pinus radiata**, de categoría intermedia de diámetro, establecidas en exposición este, logran mayor crecimiento en altura en la primera temporada de crecimiento.

VI. RESUMEN

En el fundo Pilhua, ubicado en la Isla del Rey, provincia de Valdivia, décima región, entre los años 1988 y 1991 se llevó a cabo un estudio para determinar el efecto de la exposición, posición en la pendiente y calidad de plantas en la supervivencia y crecimiento inicial de **Eucalyptus globulus** Labill., **Pseudotsuga menziesii** (Mirb.) Franco y **Pinus radiata** D. Don.

Se establecieron cinco ensayos, abarcando igual número de posiciones fisiográficas, en los cuales se probaron cuatro tipos de plantas de **Eucalyptus globulus** y tres de **Pseudotsuga menziesii** y **Pinus radiata**, clasificadas de acuerdo a diámetro de cuello en la platabanda. Los datos obtenidos en terreno se organizaron en dos estudios, el primero en base a un diseño de parcelas divididas, con el objeto de conocer el efecto de la posición fisiográfica y calidad de plantas, y el segundo en parcelas subdivididas, para separar estadísticamente el efecto de la exposición y posición en la pendiente.

Los resultados muestran que la supervivencia de **Eucalyptus globulus** es afectada por la posición en la pendiente, no así por la exposición y calidad de plantas. En la supervivencia de **Pseudotsuga menziesii** y **Pinus radiata** sólo tiene efecto significativo la exposición; la posición en la pendiente y

calidad de plantas no influyen en la variable en estas dos especies.

En relación a crecimiento, los resultados muestran que las especies en estudio se comportan de manera diferente respecto de los factores analizados. En **Eucalyptus globulus**, la exposición y calidad de plantas afectan el crecimiento e incremento en diámetro y altura; la posición en la pendiente sólo afecta a la altura. En **Pseudotsuga menziesii**, la exposición afecta sólo al crecimiento e incremento en altura, mientras que la posición en la pendiente tiene efectos significativos para el diámetro de cuello; la calidad de plantas en esta especie afecta significativamente ambas variables. En el caso de **Pinus radiata**, tanto la posición en la pendiente como la calidad de plantas influyen en el crecimiento e incremento en diámetro y altura; la exposición no es significativa para el crecimiento de **Pinus radiata**.

SUMMARY

Series of studies for determining the effect of exposure, position on the slope and seedling quality on the survival and initial growth of **Eucalyptus globulus** Labill., **Pseudotsuga menziesii** (mirb.) Franco and **Pinus radiata** D. Don were established in 1988 in Isla del Rey, Pilhua plantations, and evaluated up to 1991.

Five trials were established in order to asses the effect of different physiographyc conditions. In each trial four types of **Eucalyptus globulus** seedlings, three types of both **Pseudotsuga menziesii** and **Pinus radiata** seedlings, classified according to collar diameter, were included. Field data were organized according two different designs: first, in order to know the effect of physiography and plant quality a split-plot design was used and second, a split-split-plot design was applied to separate the effects of the position on the slope and exposure.

Results show that survival of **Eucalyptus globulus** is affected by the position on the slope but neither by exposure or seedling quality. On **Pseudotsuga menziesii** and **Pinus radiata** the only factor studied with significative response was exposure.

Species responses to factors studied were different when growth was measured. ^**Eucalyptus globulus** diameter and heigth, growth and increment, were affected by exposure and initial diameter; position onthe slope affected only heigth of plants. **Pseudotsuga menziesii** heigth was affected by exposure and diameter by position on the slope; initial seedling collar diameter had influence in both variavles, heigth and diameter. On **Pinus radiata** the position on the slope and seedling quality had influence on heigth an diameter but growth was not affected by exposure.

VII. BIBLIOGRAFIA

1.- Almeyda, E. y F. Sáez. 1958. Recopilación de Datos Climáticos de Chile y Mapas Sinópticos Respectivos. Ministerio de Agricultura, Dirección General de Producción Agraria y Pesquera. Santiago, Chile.

2.- Aruta, F. J. 1983. Determinación de Uso de Consumo de Viveros de Pinus radiata D. Don. Tesis de Grado. Universidad de Concepción, Fac. Cienc. Agrop. y Forest. Dep. Cienc. Forestales, Chillán, Chile.

3.- Beckjord, P. and F. Cech. 1980. Effects os Various Methods of Root Pruning on the Establishment of Transplanted Red Oak Seedlings. Tree Planter's Notes 31:10-11.

4.- Blair, R. and F. Cech. 1974. Morphological Seedling Grade Compared After Thirteen Growing Seasons. Tree Planter's Notes 25:5-7.

5.- Boyd, R. J., S. McDonald and L. Mason. 1972. Estimation of Survival and Growth Potentials of Nursery Stock by Using a Variable-Moisture-Stress-Plot Technique. Research Note INT-165. USDA Forest Service/Intermountain Forest & Range Experiment Station. Utah, U.S.A.

6.- Burschel, P., O. Martínez y C. Pérez. 1973. Desarrollo de una Plantación Experimental de Pino Insigne Pinus radiata D. Don en los Tres Primeros Períodos Vegetativos. Boletín N° 44-45, Inst. For. Latinoam. Invest. y Capacitación. Mérida, Venezuela.

7.- DESCRIPCIONES DE SUELOS DE LA VIII REGION. 1979. Material Didáctico N° 3. Universidad de Concepción, Fac. Cienc. Agrop. y Forest. Dep. de Suelos. Chillán, Chile.

8.- Dickson, A., A. L. Leaf and J. F. Hosner. 1960. Seedling Quality - Soil Fertility Relationships of White Spruce and Red and White Pine in Nurseries. For. Chron. 36 (Reprinted).

9.- Duryea, M. L. 1984. Nursery Cultural Practices: Impacts on Seedling Quality. pp. 143-164. In: M. L. Duryea and T. D. Landis (Ed.) Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers. The Hague, U.S.A.

10.- Duryea, M. L. 1985. Evaluating Seedling Quality: Importance to Reforestation. pp. 1-4. In: M. L. Duryea (Ed.)Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures and Predictive Abilities of Major Test. Proc. of the Workshop, Octeber 16-18, 1984, Oregon State University, Corvallis, Oregon, U.S.A.

11.- Escobar, O. R. 1977. Sobrevivencia de Plantas 1-0 de Pino Insigne Pinus radiata D. Don Producidas en Viveros Permanentes y de Temporada. Bol. de Investigación CCF-4. Universidad de Concepción, Centro Cienc. Forest. Chillán, Chile.

12.- Escobar, R., M. Espinosa y G. Medina. 1977a. Efectos de Poda y Descalce de Raíces en el Desarrollo de Pino Insigne Pinus radiata D. Don. Bol. de Investigación CCF-1. Universidad de Concepción, Centro Cienc. Forest. Chillán, Chile.

13.- Escobar, R., M. Espinosa y G. Medina. 1977b. Efectos de Poda y Descalce de Raíces en la Sobrevivencia y Desarrollo Inicial de Pino Insigne Pinus radiata D. Don. Bol. de Investigación CCF-2. Universidad de Concepción, Centro Cienc. Forest. Chillán, Chile.

14.- Escobar, O. R. 1985. Efecto de Distintas Densidades de Plantas de Vivero en la Calidad del Material de Plantación de Pino Radiata. pp. 90-97. En: B. Olivares y E. Morales (Ed.) Pinus Radiata Investigación en Chile. I. Universidad Austral de Chile, Fac. Cienc. Forestales. Valdivia, Chile.

15.- Escobar, R., J. Rivera y J. Gutiérrez. 1985. Efecto de Diferentes Esquemas de Acondicionamiento en el Crecimiento de Pinus radiata en Vivero de Alta Humedad Natural. pp. 128-139. En: B. Olivares y E. Morales (Ed.) Pinus Radiata Investigación en Chile. I. Universidad Austral de Chile, Fac. Cienc. Forestales. Valdivia, Chile.

16.- Escobar, R. y E. Peña. 1985a. Sobrevivencia y Crecimiento Inicial de Seis Tipos Diferentes de Plantas de Pino Radiata en Suelos de Distinta Textura. pp. 118-127. En: B. Olivares y E. Morales (Ed.) Pinus Radiata Investigación en Chile. I. Universidad Austral de Chile, Fac. Cienc. Forestales. Valdivia, Chile.

17.- Escobar, R. y E. Peña. 1985b. Efecto del Tamaño de Semillas en la Velocidad de Emergencia y Tamaño Final de Plantas de Pino Radiata. pp. 98-104. En: B. Olivares y E. Morales (Ed.) Pinus Radiata Investigación en Chile. I. Universidad Austral de Chile, Fac. Cienc. Forestales. Valdivia, Chile.

18.- Escobar, O. R. 1990. Análisis de Algunos Elementos Básicos Involucrados en la Producción Artificial de Especies Nativas. Bosque 11:3-9.

19.- Escobar, O. R. 1992. Viveros Forestales. Seminario Programa de Forestación de Pequeños Propietarios, Octubre 21-23, 1992. CONAF/Centro Nacional de Capacitación Forestal CENCAFE. Escuadrón, Concepción.

20.- Escobar, R., M. Espinosa, E. Kuntsmann y C. Bassaber. 1992. Efecto de la Interacción Preparación de Suelo - Herbicida - Fertilización en la Supervivencia y Crecimiento Inicial de Eucalyptus globulus Labill. ssp globulus. Agric. Téc. (Chile) 52:480-485.

21.- Escobar, R. y M. Sánchez. 1992. Producción de Plantas Forestales: Algunos Aspectos. Bol. de Extensión N° 51. Universidad de Concepción, Fac. Cienc. Agron. Veter. y Forest. Dep. Cienc. Forestales. Chillán, Chile.

22.- Hoces, A. 1988. Efecto de la Textura de Suelo, Tamaño de Semilla y Profundidad de Siembra en la Velocidad de Emergencia de Semillas de Pino Oregón (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco). Tesis de Grado. Universidad de Concepción, Fac. Cienc. Agrop. y Forest. Dep. Cienc. Forestales, Chillán, Chile.

23.- Joly, R. 1985. Techniques for Determining Seedling Water Status and their Efectiviness in Assessing Stress. pp. 17-28. In: M. L. Duryea (Ed.)Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures and Predictive Abilities of Major Test. Proc. of the Workshop, Octeber 16-18, 1984, Oregon State University, Corvallis, Oregon, U.S.A.

24.- Lema, M. A. 1987. Epoca de Siembra y Efecto de Semisombra en la Producción de Plantas de Eucalyptus globulus Labill. ssp globulus 1/0 a Raíz Desnuda. Tesis de Grado Universidad de Concepción, Fac. Cienc. Agrop. y Forest. Dep. Cienc. Forestales, Chillán, Chile.

25.- Little, T. M. and J. P. Hills. 1978. Métodos Estadisticos para la Investigación en la Agricultura. Edit. Trillas, México, D. F.

26.- McCreary, D. D. and M. L. Duryea. 1985. OSU Vigor Test: Principles, Procedures and Predictive Ability. pp. 85-92. In: M. L. Duryea (Ed.)Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures and Predictive Abilities of Major Test. Proc. of the Workshop, Octeber 16-18, 1984, Oregon State University, Corvallis, Oregon, U.S.A.

27.- Minko, G. and F. G. Craig. 1976. Radiata Pine Nursery Research in North-eastern Victoria. Bulletin N° 23, Forest Commission, Victoria, U.S.A.

28.- Munson, K. R. 1985. Principles, Procedures and Availability os Seedling Quality Tests. pp. 71-77. In: Proc. Intermountain Nurseryman's Association Meeting. General Techn. Rep. RM-125. USDA Forest Service, Fort Collins, Colorado, U.S.A.

29.- Pritchett, W. L. 1991. Suelos Forestales: Propiedades, Conservación y Mejoramiento (2° Ed.). Edit. Limusa, México.

30.- Ritchie, G. A. 1984. Assessing Seedling Quality. pp. 243-259. In: M. L. Duryea and T. D. Landis (Ed.) Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers. The Hague, U.S.A.

31.- Ritchie, G. A. 1985. Root Growth Potential: Principles, Procedures and Predictive Ability. pp. 93-105. In: M. L. Duryea (Ed.) Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures and Predictive Abilities of Major Test. Proc. of the Workshop, Octeber 16-18, 1984, Oregon State University, Corvallis, Oregon, U.S.A.

32.- Ruiz, G. y J. Schlatter. 1985. Variaciones en el Indice de Sitio de Pinus radiata con la Elevación y la Exposición. pp. 51-65. En: B. Olivares y E. Morales (Ed.) Pinus Radiata Investigación en Chile. II. Universidad Austral de Chile, Fac. Cienc. Forestales. Valdivia, Chile.

33.- Sánchez, V. L. 1987. Esquemas de Acondicionamiento en Plantas de Eucalyptus globulus Labill ssp globulus 1/0 Producidas a Raíz Desnuda. Tesis de Grado Universidad de Concepción, Fac. Cienc. Agrop. y Forest. Dep. Cienc. Forestales, Chillán, Chile.

34.- Thompson, B. E. 1985. Seedling Morphological Evaluation: What You Can Tell by Looking. pp. 59-71. In: M. L. Duryea (Ed.) Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures and Predictive Abilities of Major Test. Proc. of the Workshop, Octeber 16-18, 1984, Oregon State University, Corvallis, Oregon, U.S.A.

35.- Urrutia, R. 1992. Caracterización y Comportamiento en Vivero de Tres Procedencias de Semillas de Eucalyptus globulus Labill. ssp globulus Cosechadas en Chile. Tesis de Grado Universidad de Concepción, Fac. Cienc. Agron. Veter. y Forest. Dep. Cienc. Forestales, Chillán, Chile.

A N E X O N° 1

DESCRIPCION DEL SUELO

SERIE : NAHUELBUTA (NA)

UBICACION Y AREA : Reducción Huanpolhue, 14 km al sur de Almagro, por camino a la reducción.

GEOMORFOLOGIA Y TOPOGRAFIA : Topografía de cerros con fuertes pendientes.

MATERIAL DE ORIGEN : Roca metamórfica altamente micácea.

PLUVIOSIDAD : Entre 1.500 a 2.000 mm anuales.

FORMACION VEGETAL O VEGETACION NATURAL : Peumo, roble, boldo, siete venas y yerba del chancho, etc.

DRENAJE : Moderado.

EROSION : Moderada a fuerte.

9Ro Na 524/E VII

Suelo desarrollado in situ.
Topografía de montaña. Superficie rocosa (fuente de sedimentación).
Material de origen: roca metamórfica altamente micácea, con esquistos y filitas.
Suelo inmaduro, material generador parcialmente intemperizado.
Buen drenaje.
Textura moderadamente fina.
Suelo severamente erosionado.

A P E N D I C E 1

DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES EN TERRENO

	Eucalyptus globulus				Pseudotsuga menziesii				Pinus radiata			
Planta N°	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
Cota media												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												

---------- NORTE

A P E N D I C E 2

CARACTERIZACION DE LOS TIPOS DE PLANTAS DE LAS DISTINTAS ESPECIES

TABLA 1. VALORES PROMEDIO PARA LAS DISTINTAS VARIABLES MORFOLOGICAS EN PLANTAS DE *Eucalyptus globulus* PARA LAS DIFERENTES CALIDADES DE PLANTAS.

VARIABLES MORFOLOGICAS	CALIDAD DE PLANTAS A	B	C	D
1. Altura (cm)	25.25	27.15	26.20	30.85
2. Diámetro de cuello (mm)	14.89	10.27	7.20	4.80
3. Peso seco tallo (g)	9.60	5.50	3.17	1.69
4. Peso seco follaje (g)	2.09	1.52	1.54	0.91
5. Peso seco raiz principal (g)	6.35	2.54	1.42	0.53
6. P. seco raiz secund. 1mm (g)	2.80	0.58	0.34	0.14
7. P. seco raiz secund. 1mm (g)	0.72	0.55	0.32	0.18
8. Peso seco raiz total (g)	9.87	3.67	2.01	0.78
9. Peso seco planta (g)	21.56	10.68	6.72	3.39
10. Area foliar (cm 2)	135.72	83.10	54.76	76.36

TABLA 2. VALORES PROMEDIO PARA LAS DISTINTAS VARIABLES MORFOLOGICAS EN PLANTAS DE *Pseudotsuga menziesii* PARA LAS DIFERENTES CALIDADES DE PLANTAS.

VARIABLES MORFOLOGICAS	CALIDAD DE PLANTAS A	B	C
1. Altura (cm)	52.10	37.70	44.30
2. Diámetro de cuello (mm)	12.97	10.78	10.41
3. Peso seco tallo (g)	19.09	10.02	11.20
4. Peso seco follaje (g)	10.91	6.33	7.62
5. Peso seco raiz principal (g)	6.92	4.36	4.21
6. P. seco raiz secund. 1mm (g)	4.06	2.11	2.24
7. P. seco raiz secund. 1mm (g)	3.13	2.94	1.97
8. Peso seco raiz total (g)	14.10	9.41	8.41
9. Peso seco planta (g)	44.11	25.76	27.23
10. Area foliar (cm 2)	2.02	1.26	2.88

TABLA 3. VALORES PROMEDIO PARA LAS DISTINTAS VARIABLES MORFOLOGICAS EN PLANTAS DE *Pinus radiata* PARA LAS DIFERENTES CALIDADES DE PLANTAS.

VARIABLES MORFOLOGICAS	CALIDAD DE PLANTAS A	B	C
1. Altura (cm)	46.45	37.50	39.30
2. Diámetro de cuello (mm)	7.77	6.26	5.45
3. Peso seco tallo (g)	4.47	2.44	2.02
4. Peso seco follaje (g)	8.51	5.59	4.06
5. Peso seco raiz principal (g)	1.20	0.94	0.64
6. P. seco raiz secund. 1mm (g)	0.41	0.29	0.23
7. P. seco raiz secund. 1mm (g)	0.60	0.44	0.31
8. Peso seco raiz total (g)	2.21	1.61	1.11
9. Peso seco planta (g)	15.19	9.64	7.18
10. Area foliar (cm 2)	4.51	3.69	3.12

A P E N D I C E 3

DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS PARA LAS DISTINTAS ESPECIES

Distribuci´on parcelas de Eucalyptus globulus

	REPETICIONES															
	I				II				III				IV			
Planta	TRATAMIENTOS															
N°	A	B	D	C	D	A	B	C	B	C	A	D	A	C	B	D
1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
cota media = 10 plantas																
11	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
13	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
14	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
16	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
17	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
18	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
19	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Distancia sobre hilera : 2.0 m
Distancia entre tratamientos : 3.0 m
Distancia entre repeticiones : 4.0 m

I						II			
A	B	D	C			D	A	B	C
x 3m	x	x	x	4m		x	x	x	x
x	x	x	x			x	x	x	x

Distribucion parcelas de Pseudotsuga menziesii y Pinus radiata

	R E P E T I C I O N E S											
	I			II			III			IV		
Planta N°	T R A T A M I E N T O S											
	A	B	C	C	A	B	B	C	A	A	C	B
1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
cota media = 10 plantas												
11	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
13	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
14	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
16	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
17	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
18	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
19	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

A P E N D I C E 4

FORMULARIOS DE CONTROL EN TERRENO

Formulario de control de terreno

ENSAYO :_____ ESPECIE :_____ FECHA :_____

	REPETICIONES																			
	I				II				III				IV							
	TRATAMIENTOS																			
Plant	A		B		D		C		D		A		B		C		A		D	
N°	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
SUM																				
PROM																				

h : Altura total (cm)
d : Diametro de cuello (mm)

Formulario de control de terreno

ENSAYO :_____ ESPECIE :_____ FEWCHA :_____

	R E P E T I C I O N E S																							
	I						II						III						IV					
	T R A T A M I E N T O S																							
Plant	A		B		C		C		A		B		B		C		A		A		C		B	
N°	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								
11																								
12																								
13																								
14																								
15																								
16																								
17																								
18																								
19																								
20																								
SUM																								
PROM																								

h : Altura total (cm)
d : Diametro de cuello (mm)

A P E N D I C E 5

CONTENIDOS FOLIARES DE NUTRIENTES A MARZO DE 1989 PARA LAS DISTINTAS ESPECIES

TABLA 4. CONTENIDO DE DIFERENTES ELEMENTOS EN EL FOLLAJE DE *Eucalyptus globulus* MEDIDOS EN MARZO DE 1989.

ENSAYO	CALIDAD PLANTAS	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Cu	Mn
		%						ppm			
1	A	2.35	0.10	1.25	0.71	0.24	0.160	52.0	18.4	10.0	488
	B	2.53	0.12	1.16	0.62	0.23	0.163	47.2	22.8	10.8	572
	C	2.43	0.11	1.16	0.61	0.22	0.170	43.2	20.8	10.8	520
	D	2.48	0.12	1.37	0.63	0.21	0.160	49.6	22.4	12.4	544
2	A	2.06	0.10	1.21	0.56	0.18	0.100	46.0	20.8	9.6	380
	B	2.25	0.11	1.17	0.50	0.17	0.110	41.6	20.4	10.4	332
	C	2.21	0.09	1.15	0.61	0.20	0.090	49.6	20.0	10.8	376
	D	2.26	0.11	1.20	0.51	0.20	0.110	50.0	22.8	12.0	416
3	A	2.35	0.14	1.37	0.56	0.19	0.140	45.6	18.0	10.4	524
	B	2.34	0.13	1.29	0.63	0.20	0.150	56.8	22.8	11.6	424
	C	2.47	0.14	1.37	0.60	0.20	0.150	65.6	24.8	12.8	524
	D	2.43	0.15	1.31	0.47	0.19	0.160	54.4	22.4	12.0	488
4	A	2.62	0.14	1.36	0.45	0.20	0.110	64.0	29.6	10.8	328
	B	2.73	0.14	1.28	0.32	0.20	0.090	64.0	28.8	10.8	312
	C	2.63	0.15	1.28	0.36	0.21	0.100	60.0	27.6	11.6	272
	D	2.59	0.15	1.27	0.36	0.21	0.110	60.0	28.0	10.8	272
5	A	2.02	0.06	1.04	0.61	0.20	0.120	56.4	19.2	8.8	288
	B	2.27	0.10	1.37	0.64	0.22	0.140	50.8	22.8	11.6	284
	C	2.03	0.07	0.98	0.74	0.23	0.130	46.8	20.0	8.0	328
	D	2.27	0.10	1.05	0.68	0.23	0.120	50.8	23.2	11.2	264

TABLA 5. CONTENIDO DE DIFERENTES ELEMENTOS EN EL FOLLAJE DE *Pseudotsuga menziesii* MEDIDOS EN MARZO DE 1989.

ENSAYO	CALIDAD PLANTAS	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Cu	Mn
		%						ppm			
1	A	2.25	0.10	0.62	0.11	0.11	0.006	84.4	20.4	4.8	292
	B	2.39	0.11	0.64	0.14	0.11	0.006	88.4	22.8	4.8	328
	C	2.36	0.11	0.63	0.14	0.11	0.005	98.0	25.2	239.6	376
2	A	2.64	0.12	0.74	0.11	0.11	0.008	138.8	26.4	8.4	308
	B	2.46	0.10	0.77	0.14	0.10	0.008	108.0	25.2	10.4	352
	C	2.67	0.10	0.63	0.14	0.09	0.007	117.6	33.6	6.4	368
3	A	2.25	0.13	0.68	0.08	0.08	0.025	152.8	20.8	5.2	196
	B	2.28	0.14	0.71	0.10	0.11	0.023	140.8	24.0	7.2	268
	C	2.32	0.12	0.71	0.13	0.09	0.020	149.2	28.0	10.0	244
4	A	2.65	0.09	0.71	0.10	0.08	0.030	112.0	26.4	4.8	196
	B	2.71	0.08	0.62	0.09	0.08	0.024	112.0	26.0	4.8	228
	C	2.54	0.09	0.65	0.11	0.08	0.018	96.0	32.8	5.2	284
5	A	2.36	0.08	0.83	0.08	0.09	0.015	83.6	20.0	5.2	176
	B	2.55	0.09	0.93	0.11	0.11	0.018	80.0	21.2	5.6	180
	C	2.73	0.10	0.92	0.12	0.10	0.015	90.4	23.2	5.6	196

TABLA 6. CONTENIDOS FOLIARES DE DIFERENTES ELEMENTOS EN Pinus radiata MEDIDOS EN MARZO DE 1989.

ENSAYO	CALIDAD PLANTAS	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Cu	Mn
		%						ppm			
1	A	2.46	0.15	0.94	0.09	0.09	0.011	54.8	55.6	554.0	212
	B	2.54	0.14	1.10	0.11	0.10	0.010	52.0	49.6	20.8	180
	C	2.28	0.12	0.97	0.12	0.09	0.010	51.6	51.2	16.0	204
2	A	2.20	0.12	1.11	0.08	0.10	0.013	60.8	54.8	16.0	200
	B	2.35	0.12	1.08	0.11	0.10	0.013	75.2	54.0	10.8	120
	C	2.09	0.13	1.25	0.09	0.10	0.013	54.0	56.8	11.2	140
3	A	2.44	0.16	1.16	0.09	0.09	0.018	61.0	59.6	154.4	232
	B	2.55	0.17	1.16	0.09	0.10	0.020	58.8	62.8	34.4	216
	C	2.30	0.15	1.16	0.15	0.09	0.019	56.8	57.2	10.0	196
4	A	2.21	0.09	0.99	0.11	0.10	0.020	60.0	50.8	6.4	152
	B	2.00	0.09	1.02	0.09	0.10	0.016	52.0	49.6	6.4	140
	C	2.30	0.08	0.99	0.10	0.11	0.013	60.0	60.0	6.4	156
5	A	2.29	0.10	1.17	0.11	0.10	0.016	68.0	56.8	6.8	120
	B	2.25	0.12	1.71	0.17	0.10	0.015	51.2	61.2	7.2	128
	C	2.47	0.13	1.68	0.14	0.10	0.012	50.4	60.8	8.0	120

A P E N D I C E 6

ANALISIS FISICO Y QUIMICO DE SUELOS

TABLA 7. RESULTADOS ANALISIS FISICO DE SUELO PARA LOS DIFERENTES ENSAYOS.

ENSAYO	HORIZ	%ARENA	%LIMO	%ARCILLA	TEXTURA	SISTEMA	% HBSS 1/3 ATM	% HBSS 15 ATM
1	1	38.4	47.2	14.4	Franco	U.S.D.A.	64.7	44.7
	2	37.8	40.0	22.2	Franco		57.4	40.7
2	1	35.1	40.3	31.7	Franco		64.3	46.6
	2	29.8	38.5	31.7	Fco-arcill.		52.7	38.6
3	1	31.3	42.0	26.7	Franco		76.5	58.7
	2	20.2	35.7	44.1	Arcilloso		58.7	44.6
4	1	27.2	42.1	30.7	Fco-arcill.		71.4	55.7
	2	17.4	35.7	46.9	Arcilloso		61.8	45.5
5	1	41.3	39.0	19.7	Franco		66.6	51.5
	2	29.3	36.7	33.8	Franco		62.7	42.2
	3	2.1	21.0	76.9	Arcilloso		59.7	42.7

TABLA 8. RESULTADOS ANALISIS FISICO DE SUELO PARA LOS DIFERENTES ENSAYOS.

ENSAYO	HORIZ	%ARENA	%LIMO	%ARCILLA	TEXTURA	SISTEMA
1	1	63.6	22.0	14.4	Franco	INTERNACIONAL
	2	55.6	22.2	22.2	Franco arcilloso	
2	1	53.5	21.9	24.6	Franco arcilloso	
	2	44.7	23.6	31.7	Arcilla poco densa	
3	1	52.8	20.5	26.7	Arcilla poco densa	
	2	31.5	24.4	44.1	Arcilla poco densa	
4	1	48.7	20.6	30.7	Arcilla poco densa	
	2	28.7	24.4	46.9	Arcilla densa	
5	1	60.4	19.9	19.7	Franco arcilloso arenoso	
	2	45.5	20.7	33.8	Arcilla poco densa	
	3	4.8	18.3	76.9	Arcilla densa	

TABLA 9. RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO DE SUELO DE LOS DISTINTOS ENSAYOS.

ENSAYO	HORIZ.	pH	N-NO3 --(ppm)---	P	M. ORG (%)	K -------	Ca meq/100 g	Mg suelo -----	Na
1	1	5.50	7	2	12.00	0.53	0.13	0.25	0.14
	2	5.12	6	2	8.51	0.18	0.41	0.22	0.12
2	1	5.50	9	4	14.38	0.32	0.94	0.43	0.11
	2	5.40	11	2	4.56	0.12	0.23	0.15	0.09
3	1	5.30	5	5	13.98	0.25	0.21	0.25	0.09
	2	5.22	7	2	6.00	0.08	0.19	0.15	0.10
4	1	5.52	10	2	14.42	0.92	0.30	0.34	0.13
	2	5.01	10	4	6.87	0.19	0.13	0.12	0.07
5	1	5.62	7	6	14.06	0.77	0.73	0.65	0.16
	2	5.31	6	9	3.72	0.38	0.51	0.56	0.23
	3	5.03	5	5	2.32	0.21	0.38	0.34	0.22