

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

DAÑO POR HELADAS Y RECUPERACIÓN DE  
EUCALYPTUS SPP. EN EL LITORAL DEL URUGUAY

por

María Fernanda CARDOZO FRUGONI

TESIS presentada como uno  
de los requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2014

Tesis aprobada por:

Director: -----  
Ing. Agr. Rafael Escudero

-----  
Ing. Agr. Carmelo Centurión

-----  
Ing. Agr. Luis Gallo

Fecha: 14 de febrero de 2014

Autor: -----  
María Fernanda Cardozo Frugoni

## AGRADECIMIENTOS

De Forestal Oriental a Carmelo Centurion y Milton Cabrera.  
De Facultad de Agronomía a Oscar Bentancourt, Sully Toledo, personal de Biblioteca y Bedelia. Del Dpto. Forestal a Rafael Escudero , Luis Gallo, Gustavo Daniluk y a Carolina Sanz.

A mi familia y amigos por el apoyo durante toda la carrera.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN .....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES .....	IX
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	2
2.1. MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL .....	2
2.1.1. <u>Conceptos generales de Mejoramiento Genético</u> .....	3
2.1.1.1. La variación como herramienta del Mejoramiento Genético.....	3
2.1.1.2. Etapas del Mejoramiento Genético .....	4
2.1.1.3. Fenotipo y genotipo .....	4
2.1.1.4. Modelo genético básico .....	5
2.1.1.5. Heredabilidad .....	6
2.1.1.6. Diferencial de selección .....	7
2.1.1.7. Progreso o ganancia genética .....	8
2.1.2. <u>Resistencia al frío</u> .....	8
2.1.3. <u>Híbridos de <i>Eucalyptus spp.</i></u> .....	8
2.1.4. <u>Plasticidad</u> .....	9
2.2. CONCEPTO DE HELADAS.....	11
2.2.1. <u>Clasificación de heladas</u> .....	11
2.2.1.1. Primera clasificación de heladas .....	11
2.2.1.2. Segunda clasificación de heladas: helada blanca y helada negra...	13
2.2.2. <u>Daño por heladas</u> .....	13
2.2.3. <u>Intensidad y duración de las heladas</u> .....	16
2.2.4. <u>Periodo de ocurrencia y frecuencia</u> .....	16

2.2.5. <u>Manejo cultural</u> .....	17
2.3. CAMBIO CLIMÁTICO .....	17
2.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE MATERIALES GENÉTICOS INCLUIDOS EN EL ENSAYO.....	18
2.4.1. <u>Descripción de las especies</u> .....	18
2.4.2. <u>Comportamiento de las especies en otros países</u> .....	25
2.4.3. <u>Comportamiento de las especies en el Uruguay</u> .....	26
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	28
3.1 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO .....	28
3.1.1. <u>Ubicación</u> .....	28
3.1.2. <u>Tipo de suelos</u> .....	29
3.1.3. <u>Caracterización climática</u> .....	30
3.1.4. <u>Instalación de ensayos</u> .....	33
3.2 MEDICIONES .....	35
3.2.1. <u>Variables de medición</u> .....	35
3.2.2. <u>Metodología de medición</u> .....	37
3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS .....	38
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	42
4.1 HELADAS REGISTRADAS .....	42
4.1.1. <u>Registro de heladas año 2012</u> .....	42
4.2. EVALUACIÓN POR ENSAYO .....	44
4.2.1. <u>Daño por heladas</u> .....	44
4.2.1.1. Ensayo No. 284 .....	44
4.2.1.2. Ensayo No. 285 .....	48
4.2.1.3. Ensayo No. 286.....	51
4.2.1.4. Caracterización de los ensayos según ocurrencia de heladas .....	53

4.2.1.5. Impacto de los regímenes de heladas según ensayos y especies .....	55
4.2.2. <u>Capacidad de recuperación al daño por heladas</u> .....	58
4.2.2.1. Ensayo No. 284 .....	58
4.2.2.2. Ensayo No. 285 .....	58
4.2.2.3. Ensayo No. 286 .....	61
4.2.2.4. Análisis capacidad de recuperación .....	63
4.2.3. <u>Capacidad de dominancia</u> .....	64
4.2.3.1. Ensayo No. 285 .....	64
4.2.3.2. Ensayo No. 286 .....	67
4.2.3.3. Análisis capacidad de dominancia .....	70
4.3. EVALUACIÓN DE DAÑO .....	73
4.3.1. <u>Materiales presentes en los tres ensayos</u> .....	73
4.3.1.1. Daño por heladas “0 ” .....	73
4.3.1.2. Daño por heladas “1” .....	73
4.3.1.3. Daño por heladas “2-3” .....	74
4.3.1.4. Daño por heladas “4-5” .....	75
4.3.1.5. Daño por heladas “6-7” .....	75
4.3.2. <u>Materiales presentes en dos ensayos</u> .....	77
4.3.2.1. Daño por heladas “0.” .....	77
4.3.2.2. Daño por heladas “1” .....	77
4.3.2.3. Daño por heladas “2-3” .....	78
4.3.2.4. Daño por heladas “4-5” .....	78
4.3.2.5. Daño por heladas “6-7” .....	79
4.3.3. <u>Materiales presentes en un ensayo</u> .....	80
4.3.3.1. Daño por heladas “0.” .....	80
4.3.3.2. Daño por heladas “1” .....	80
4.3.3.3. Daño por heladas “2-3” .....	81

4.3.3.4. Daño por heladas “4-5” .....	81
4.3.3.5. Daño por heladas “6-7” .....	82
4.4. EVALUACIÓN DE CAPACIDAD DE RECUPERACIÓN.....	82
4.4.1. <u>Materiales presentes en dos ensayos</u> .....	82
4.4.1.1.Capacidad de recuperación al daño por heladas “1-2” .....	82
4.4.1.2.Capacidad de recuperación al daño por heladas “3” .....	83
4.4.1.3.Capacidad de recuperación al daño por heladas “4” .....	83
4.4.2. <u>Materiales presentes en un ensayo</u> .....	84
4.4.2.1.Capacidad de recuperación al daño por heladas “1-2” .....	84
4.4.2.2.Capacidad de recuperación al daño por heladas “3” .....	84
4.4.2.3.Capacidad de recuperación al daño por heladas “4” .....	85
4.5. EVALUACIÓN DE CAPACIDAD DE DOMINANCIA .....	85
4.5.1. <u>Materiales presentes en dos ensayos (No.285 y 286)</u> .....	85
4.5.1.1.Capacidad de dominancia “1” .....	85
4.5.1.2.Capacidad de dominancia “ 2-3” .....	86
4.5.1.3.Capacidad de dominancia “4” .....	86
4.5.2. <u>Materiales presentes en un ensayo (No.285)</u> .....	87
4.5.2.1.Capacidad de dominancia “1” .....	87
4.5.2.2.Capacidad de dominancia “2-3” .....	87
4.5.2.3.Capacidad de dominancia “4” .....	87
4.6. ANÁLISIS DAÑO - CAPACIDAD DE RECUPERACIÓN Y DAÑO – CAPACIDAD DE DOMINANCIA.....	88
4.6.1. <u>Análisis daño-capacidad de recuperación</u> .....	88
4.6.1.1. Ensayo No. 285 .....	88
4.6.1.2. Ensayo No. 286.....	91
4.6.1.3. Ensayo No. 285 y No. 286.....	92
4.6.2. <u>Análisis daño-capacidad de dominancia</u> .....	98

4.6.2.1. Ensayo No. 285 .....	98
4.6.2.2. Ensayo No. 286.....	101
4.7. ANÁLISIS DAÑO - CAPACIDAD DE RECUPERACIÓN – CAPACIDAD DE DOMINANCIA .....	103
4.7.1. <u>Ensayo No. 285</u> .....	103
4.7.2. <u>Ensayo No. 286</u> .....	107
4.8. INTERACCIÓN GENOTIPO - AMBIENTE.....	110
4.8.1. <u>Materiales presentes en los tres ensayos</u> .....	110
4.8.2. <u>Materiales presentes en dos ensayos</u> .....	112
4.8.3. <u>Materiales presentes en un ensayos</u> .....	112
4.9. ANÁLISIS CLÚSTER – PÉRDIDAS .....	114
4.9.1. <u>Ensayo No. 284</u> .....	114
4.9.2 <u>Ensayo No. 285</u> .....	116
4.9.3. <u>Ensayo No. 286</u> .....	119
4.9.4 <u>Analisis de pérdidas</u> .....	122
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	126
6. <u>RESUMEN</u> .....	128
7. <u>SUMMARY</u> .....	129
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	130
9. <u>ANEXOS</u> .....	138

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Información general de los ensayos .....	29
2. Instalación de los ensayos .....	33
3. Ensayo No. 284: Establecimiento “La Vanguardia”- Quebracho .....	34
4. Ensayo No. 285: Establecimiento “Santa Matilde”- Piedras Coloradas .....	34
5. Ensayo No. 286: Establecimiento “El Chajá”- Viraroes .....	35
6. Escala de medición “daño por heladas”.. .....	36
7. Escala de medición “capacidad de recuperación” .....	36
8. Escala de medición “capacidad de dominancia” .....	36
9. Escala de medición “clasificación de fuste” .....	36
10. Descripción e información de las variables de medición .....	37
11. Modificación de escala “daño por heladas” .....	38
12. Modificación de escala “capacidad de recuperación” .....	40
13. Modificación de escala “capacidad de dominancia” .....	40
14. Daño en ensayo No. 284 .....	112
15. Daño en ensayo No. 285 .....	112
16. Daño en ensayo No. 286 .....	116
17. Daño en ensayo No. 284 .....	113
18. Daño en ensayo No. 285 .....	113
19. Estadística descriptiva – Cluster No. 284 .....	113
20. Estadística descriptiva – Cluster No. 285 .....	116
21. Estadística descriptiva – Cluster No. 286 .....	119
 Figura No.	
1. Distribución de <i>Eucalyptus benthamii</i> .....	19
2. Distribución de <i>Eucalyptus dunnii</i> .....	20
3. Distribución de <i>Eucalyptus globulus</i> .....	21

4. Distribución de <i>Eucalyptus grandis</i> .....	22
5. Distribución de <i>Eucalyptus maidenii</i> .....	23
6. Distribución de <i>Eucalyptus urophylla</i> .....	24
7. Distribución de <i>Eucalyptus viminalis</i> .....	25
8. Ubicación de los establecimientos “La Vanguardia”, “Santa Matilde” y “El Chajá” propiedad de Forestal Oriental S.A. en Google Earth .....	29
9. Registro de temperaturas medias mínimas mensuales al abrigo en Paysandú (serie de años: 1983-2012).....	31
10. Registro de temperaturas mínimas mensuales al abrigo en Young (serie de años: 1983-2012).....	31
11. Registro de temperaturas mínimas diarias en Paysandú .....	32
12. Registro de temperaturas mínimas diarias en Young .....	32
13. Sitio 1- Ensayo No. 284 .....	33
14. Sitio 1- Ensayo No. 285 .....	34
15. Sitio 1- Ensayo No. 286. ....	35
16. Registro de cantidad de días con heladas al abrigo meteorológico en Paysandú (1992-2012).....	42
17. Registro de heladas en Paysandú, año 2012 .....	43
18. Registro de cantidad de días con heladas al abrigo meteorológico en Young (1992- 2012) .....	43
19. Registro de heladas en Young, año 2012 .....	44
20. E284: Materiales que resultaron 10% superior en el daño por heladas “0” .....	45
21. E284: Materiales que resultaron 10% superior en el daño por heladas “1” .....	46
22. E284: Materiales que resultaron 10% superior en el daño por heladas “2-3” .....	46
23. E284: Materiales que resultaron 10% superior en el daño por heladas “4-5” .....	47
24. E284: Materiales que presentaron daño por heladas “6-7” .....	47
25. E285: Materiales que presentaron daño por heladas “0” .....	49
26. E285: Materiales que presentaron daño por heladas “1” .....	50
27. E285: Materiales que resultaron 10% superior en el daño por heladas “2-3” .....	50

28. E285: Materiales que resultaron 10% superior en el daño por heladas “4-5” .....	50
29. E285: Materiales que presentaron daño por heladas “6-7” .....	51
30. E286: Materiales que presentaron daño por heladas “2-3” .....	52
31. E286: Materiales que resultaron 10% superior en el daño por heladas “4-5” .....	52
32. E286: Materiales que resultaron 10% superior en el daño por heladas “6-7” .....	53
33. E285: Materiales que resultaron 10% superior en la recuperación “1-2” al daño por heladas .....	59
34. E285: Materiales que presentaron recuperación “3” al daño por heladas .....	60
35. E285: Materiales que presentaron recuperación “4” al daño por heladas .....	60
36. E286: Materiales que resultaron 10% superior en la recuperación “1-2” .....	61
37. E286: Materiales que presentaron recuperación “3” al daño por heladas .....	62
38. E286: Materiales que presentaron recuperación “4” al daño por heladas .....	62
39. E285: Materiales que presentaron capacidad de dominancia “1” .....	65
40. E285: Materiales que resultaron 10% superior en la capacidad de dominancia “2-3” .....	66
41. E285: Materiales que resultaron 10% superior en la capacidad de dominancia “4” ...	66
42. E286: Materiales que resultaron 10% superior en la capacidad de dominancia “1” ...	68
43. E286: Materiales que resultaron 10% superior en la capacidad de dominancia “2-3” .....	69
44. E286: Materiales que resultaron 10% superior en la capacidad de dominancia “4” ...	69

## 1. INTRODUCCIÓN

La forestación en el Uruguay ha crecido significativamente desde la aprobación de la segunda Ley Forestal No. 15939 en 1987. La Ley, sus decretos y posteriores modificaciones lograron promover el sector, preservar el bosque natural, y solidificar el marco legal uruguayo con respecto a tal actividad.

En términos económicos, el sector forestal en el Uruguay representó el 2,5% del Producto Bruto Interno del país en el año 2011 (BCU, citado por URUGUAY XXI, 2013). El Valor Bruto de Producción del sector alcanzó la cifra de 413 millones de dólares durante el año 2011 (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2012).

Según URUGUAY. MGAP. DIEA (2012), existen 1.722.000 hectáreas ocupadas por bosque nativo y bosques artificiales. Estos últimos ocupan un área de 970.000 hectáreas, representando el 56% del total de los bosques del Uruguay. La superficie con suelos de prioridad forestal representa el 23% del total de la superficie agropecuaria del país. Del total de suelos de prioridad forestal, el área forestada hasta la fecha constituye únicamente el 35% (URUGUAY. MGAP. DGF, 2012).

La superficie implantada con *Eucalyptus* en el territorio nacional es de 676.000 hectáreas (URUGUAY. MGAP. DGF, 2012). Ese valor representa el 39% de la superficie total ocupada por bosques.

Según Balmelli (1998) los eucaliptos, como *E.grandis*, *E.saligna*, *E.globulus ssp globulus* y *E.globulus ssp maidenii*, no poseen la suficiente tolerancia al frío como para garantizar su exitosa implantación en los años con ocurrencia de heladas severas. La tolerancia al frío es un rasgo deseable de incluir en los Programas de Mejoramiento Genético Forestal, así como en las plantaciones comerciales (Raymond et al., 1992).

El objetivo del presente trabajo es identificar los materiales con mayor tolerancia a las heladas y con la mejor capacidad de recuperación al daño por heladas ocurridas en el invierno del año 2012. Para lograr el objetivo planteado se evaluará el comportamiento de los materiales con respecto a la tolerancia a las heladas. También, este trabajo pretende registrar aquellos materiales que presentan una mejor capacidad de dominancia. Como resultado de lo anterior, se logrará identificar los materiales que no requieran la necesidad de realizar intervenciones correctivas y de manejo evitando un costo adicional al costo inicial de la plantación.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL

En la literatura científica es posible encontrar diferentes definiciones de “Mejoramiento Genético Forestal”. Se seleccionaron los siguientes autores:

- Wright (1964) define el Mejoramiento Genético Forestal (MGF) como la aplicación de los principios de la genética a la mejora de los arboles forestales, con el objetivo de obtener arboles genéticamente superiores para la repoblación.
- Zobel y Talbert (1992) definen el MGF como una herramienta adicional a la silvicultura, que estudia el tipo y constitución genética de los árboles utilizados en las operaciones forestales.
- Cornelius (1998) define el MGF como el proceso de identificación y desarrollo de poblaciones genéticamente superiores de especies forestales, utilizando luego estas poblaciones como fuentes de semilla (u otro material propagativo) para establecer plantaciones mejoradas.
- White et al. (2007) definen el MGF como la aplicación de principios de genética forestal, la cual, conjuntamente con la fisiología del árbol, la silvicultura y la economía entre otras disciplinas, persiguen el objetivo de desarrollar árboles genéticamente superiores.

Zobel y Talbert (1992), White et al. (2007) señalan que el principal objetivo del MGF es obtener poblaciones forestales de alta productividad y calidad. Según cada tipo de producción, se establecen los objetivos específicos de cada programa de MGF.

La ciencia del mejoramiento genético se basa en producir cambios en las poblaciones mediante un proceso de selección. En este sentido, el MGF tiende a imitar y a acelerar el proceso de selección natural, pero con énfasis en ciertas características de importancia económica que normalmente no son afectadas por la selección natural (Mesén, 1994). Williams (1965) agrega que el objetivo en la selección debe estar orientado en identificar genotipos superiores que transmitirán sus características deseables a las generaciones futuras.

### 2.1.1 Conceptos generales de Mejoramiento Genético

Las especies de *Eucalyptus spp.* más utilizadas actualmente en el país no tienen la suficiente resistencia al frío como para garantizar su exitosa implantación en años de ocurrencia de heladas severas (Golfari et al., FAO, Prado, Marcó et al., citados por Balmelli, 1993). Esto sugiere la necesidad de buscar especies que, sin desmedro del potencial productivo, sean más resistentes al frío o a aumentar la resistencia de las especies actualmente más usadas a través del mejoramiento genético (Balmelli, 1993).

De acuerdo al concepto de Balmelli el Mejoramiento Genético es imprescindible para la obtención de materiales genéticos más resistentes al frío. Por consiguiente, se citan una serie de definiciones esenciales del Mejoramiento Genético que permiten un mayor entendimiento de la disciplina.

#### 2.1.1.1 La variación como herramienta del Mejoramiento Genético

La tarea principal del mejorador forestal es identificar la variabilidad, aislarla, reunirla en un árbol deseado y multiplicarla. En consecuencia, lo primero que debe hacerse al iniciar un programa de MGF es determinar la cantidad, causa y naturaleza de la variación presente en la especie de interés y aprender cómo utilizarla (Zobel y Talbert, 1992).

Para desarrollar programas de MGF es necesario comprender las causas y la naturaleza de la variación genética. Los genes son la unidad básica de la herencia y el mejorador debe trabajar con su manifestación fenotípica.

Según Namkoong (1979) las causas que generan variabilidad son selección, mutación, migración y eventos aleatorios.

La selección natural favorece a los individuos más adaptados, o sea, aquellos árboles con combinaciones genéticas propensas a crecer y reproducirse en un ambiente (Stebbins 1963, Lerner 1964, Zobel y Talbert 1992).

Las mutaciones son la principal fuente de variación natural (Wright 1964, Zobel y Talbert 1992). Ellas se definen como un cambio heredable en la constitución genética de un organismo, usualmente a nivel de un gen (Allard 1980, Zobel y Talbert 1992).

La migración o flujo génico es el desplazamiento de los alelos de una población o especie hacia otra, donde los alelos pueden faltar o estar presentes con una frecuencia

distinta. El flujo génico se debe a varias causas, pero la más común es a través del movimiento del polen o de las semillas (Wright 1964, Zobel y Talbert 1992).

Por deriva genética se entienden los eventos aleatorios. La deriva genética es un mecanismo complejo que opera a través de fluctuaciones aleatorias (no fluctuaciones causadas por presiones de selección) en la frecuencia de alelos de una población (Zobel y Talbert, 1992).

#### 2.1.1.2 Etapas del Mejoramiento Genético

Zobel y Talbert (1992) señalan que todos los programas de MGF incluyen lo siguiente:

1. Determinación de las especies, o fuentes geográficas dentro de una especie, que deben utilizarse en una determinada área.
2. Determinación de la cantidad, tipo y causas de la variabilidad dentro de la especie.
3. Agrupamiento de las cualidades deseadas en individuos mejorados para obtener árboles con combinaciones genéticas de las características deseadas.
4. Producción a gran escala de los individuos mejorados con fines de reforestación.
5. Desarrollo y mantenimiento de una población con una base genética lo bastante amplia para satisfacer las necesidades de las generaciones avanzadas.

#### 2.1.1.3 Fenotipo y genotipo

Wright (1964), Zobel y Talbert (1992) definen fenotipo como los caracteres visibles de una planta, producto de la interacción de los genes de dicha planta con el medio ambiente. Zobel y Talbert (1992) añaden que el fenotipo es afectado por el potencial genético del árbol y por el ambiente en el cual crece, incluyendo la historia de manejo del sitio. Los autores coinciden en señalar que el fenotipo de un árbol es lo que se mide y sobre lo que se trabaja. Griffiths et al. (2002) señalan que el fenotipo describe todos los aspectos morfológicos, fisiológicos, de conducta y de relaciones ecológicas del individuo.

Wright (1964), Allard (1980), Zobel y Talbert (1992), Griffiths et al. (2002) definen genotipo como la constitución genética de un individuo. Zobel y Talbert (1992) agregan que el genotipo no puede verse directamente y sólo es posible determinarlo a través de pruebas bien elaboradas. El genotipo está determinado por los genes que residen en los cromosomas del núcleo de cada célula del árbol.

#### 2.1.1.4 Modelo genético básico

El fenotipo suele indicarse mediante el siguiente modelo lineal, independientemente de que se trate de animales o vegetales:

$$P = G + E$$

Donde: P = fenotipo

G = genotipo

E= ambiente (incluye todos los factores no genéticos)

Zobel y Talbert (1992) señalan que los árboles son plantas con respuestas controladas por el ambiente y la genética, al igual que todos los demás organismos. De esta manera, el resultado obtenido en cualquier operación de manejo del bosque será determinado tanto por la constitución genética del árbol como por la interacción con el ambiente en el cual crece.

A partir de lo citado anteriormente surge otro término que tiene efecto sobre el fenotipo de un individuo, denominado interacción genotipo-ambiente (G\*E). El término interacción genotipo-ambiente se utiliza para describir la situación donde existe un cambio en el rendimiento de determinados genotipos cuando se cultivan en diferentes ambientes (Zobel y Talbert, 1992).

La interacción genotipo-ambiente es cero cuando todos los genotipos se comportan de la misma manera en todos los ambientes. En términos generales existe interacción genotipo – ambiente cuando los efectos de genotipo y ambiente no se combinan aditivamente. Un ejemplo es cuando el comportamiento de los genotipos se modifica al cambiar el medio ambiente (Cardellino y Rovira, 1987)

Por lo anterior, el valor fenotípico de un individuo se resume en el modelo lineal detallado a continuación:

$$P = G + E + G*E$$

El conocimiento de la magnitud y tipo de interacción genotipo- ambiente es crucial para todo programa de mejoramiento genético (Bourdon, citado por Balmelli, 2001).

La variación existente en las poblaciones de árboles puede separarse en componentes genéticos y ambientales. El modelo citado para un individuo (ecuación 1), puede extenderse a la variación existente en una población de individuos (Zobel y Talbert, 1992).

La variación entonces se define como:

$$V_P = V_G + V_E$$

Donde  $V_P$  = variación fenotípica

$V_G$  = variación genética

$V_E$  = variación ambiental

La variación genética total es afectada por efectos aditivos y no aditivos. La varianza genética aditiva ( $V_A$ ) surge de la diferencia entre los progenitores en lo que respecta a su Aptitud Combinatoria General y es simplemente la varianza de los valores de cruce (valor de cruce =  $2 * ACG$ ) de la población. La varianza no aditiva ( $V_{NA}$ ) es el resultado de los efectos de la aptitud combinatoria específica (Zobel y Talbert, 1992).

Es posible diferenciar la variación genotípica en los componentes aditivos y no aditivos como se expresa a continuación:

$$V_G = V_A + V_{NA}$$

A través de la ecuación anterior se amplía la ecuación de la varianza:

$$V_P = V_A + V_{NA} + V_E$$

De acuerdo a Zobel y Talbert (1992), la mejor forma de conocer el valor genético de los árboles a seleccionar es a través del comportamiento relativo de sus progenies. Ese procedimiento permite identificar los árboles genéticamente superiores de los árboles cuya superioridad fenotípica es producida por las buenas condiciones del sitio.

#### 2.1.1.5 Heredabilidad

Allard (1980), Zobel y Talbert (1992) definen heredabilidad como la proporción de la variabilidad total atribuible a causas genéticas. A su vez, Mesén (1994) define la heredabilidad como el valor que expresa el grado en el cual los padres transmiten sus características a sus descendientes, y es primordial para estimar la ganancia genética en programas de selección.

La heredabilidad puede definirse en sentido amplio y en sentido estricto. La heredabilidad en sentido amplio se simboliza como  $H^2$  y se define como la proporción de la variación fenotípica atribuible a la variación genética total (Zobel y Talbert, 1992). Su expresión se detalla a continuación:

$$H^2 = V_G/V_P$$

Por otra parte, la heredabilidad en sentido estricto se define como  $h^2$  y es la proporción de la varianza fenotípica atribuible a la varianza genética aditiva (Zobel y Talbert, 1992):

$$h^2 = V_A/V_P$$

Wright (1964) define la heredabilidad en sentido estricto como la porción de la varianza total debida a efectos genéticos cumulativos.

Debe resaltarse que las estimaciones de heredabilidad únicamente se aplican a una población en particular que se encuentra creciendo en un determinado ambiente y en un periodo particular. La estimación de heredabilidad suele cambiar con la edad, con el ambiente y cuando el control genético de la característica cambia a medida que los árboles maduran (Zobel y Talbert, 1992).

#### 2.1.1.6 Diferencial de selección

Williams (1965), Falconer (1974), Mesén (1994) definen el diferencial de selección como la diferencia entre la media de la población seleccionada y la media de la población original y se simboliza con la letra S. Es un indicador de la medida de la selección aplicada, expresado como una desviación con respecto a la media de la población (FAO, 1985):

$$S = \bar{X}_S - \bar{X}_p$$

Siendo:

S= diferencial de selección

$\bar{X}_S$ = media de la población seleccionada

$\bar{X}_p$ = media de la población original

La magnitud de S depende de dos factores: la proporción de la población incluida en el grupo selecto y la desviación estándar fenotípica del carácter (Falconer, 1974). El diferencial de selección puede calcularse también de la siguiente manera:

$$S = i * \sigma_p$$

Siendo:

i = intensidad de selección

$\sigma_p$  = desvío estándar fenotípica

### 2.1.1.7 Progreso o ganancia genética

La respuesta genética (R) se define como el cambio producido por la selección. R significa la diferencia de valor fenotípico medio entre la descendencia de progenitores seleccionados y la generación paternal antes de la selección. La respuesta depende de la heredabilidad del carácter en la generación en la cual se seleccionó a los progenitores (Falconer 1974, Mesén 1994).

Según Wright (1976), el Progreso Genético (PG) se calcula de la siguiente manera:

$$PG = S * h^2$$

Williams (1965) indica que la respuesta a la selección representa un producto de la selección diferencial y de la heredabilidad, y puede expresarse en términos de intensidad de selección  $i$ , de la siguiente manera:

$$R = i * \sigma_p * h^2$$

Stebbins (1963) indica que la efectividad de la selección depende de la combinación de los genes, pero es fuertemente influenciado por la acción del ambiente sobre los fenotipos a seleccionar.

### 2.1.2 Resistencia al frío

La característica “resistencia al frío” se explica, en gran medida, por diferencias genéticas entre individuos, por lo que sería importante poder identificar los genotipos más resistentes. Se define “resistencia” a la capacidad de ciertos materiales de sobrevivir a los efectos del frío, ya sea por ausencia de daño o por recuperación después de sufridos los daños, a través de brotes de yemas axilares o de brotes epicórmicos (FAO, citado por Balmelli, 1993).

Balmelli et al. (2007) estimaron un valor de heredabilidad para la característica “daño por heladas” de 0.30, con un error estándar de 0.04. Este valor de heredabilidad se considera moderado ya que se encuentra en el rango entre 0.21 y 0.4. El error estándar citado permitiría indicar que la estimación presentó una precisión favorable.

### 2.1.3 Híbridos de *Eucalyptus spp.*

Un híbrido es el producto del cruzamiento entre individuos de constitución genética diferente (Wright 1964, Allard 1980). Poehlman y Allen (2003) definen el concepto de híbrido como el producto de un cruzamiento entre especies de un mismo género o de géneros distintos.

La hibridación artificial puede congregar especies e individuos que de otra manera no tendrían la oportunidad de cruzarse. Permite producir genotipos que incorporan las características convenientes de dos especies en un solo individuo o grupo de individuos (Diller y Clapper, citados por Zobel y Talbert 1992, Poehlman y Allen 2003).

Wright (1964) señala que el género *Eucalyptus* proporciona una excelente ilustración de los tres grandes principios que rigen la distribución de híbridos:

- En primer lugar, en la mayoría de los híbridos intervienen especies muy afines. Los grupos de especies que pueden hibridar entre sí fácilmente corresponden a las divisiones de la última clasificación sistemática del género.
- En segundo lugar, las especies con hábitats distintos se hibridan más fácilmente que las que viven mezcladas. Las especies que crecen en una misma masa se mantienen diferentes pero son susceptibles de hibridarse con especies de territorios vecinos.
- En tercer lugar, las poblaciones hibridógenas naturales son más frecuentes en los hábitats intermedios o perturbados.

#### 2.1.4 Plasticidad

Wright (1964) define plasticidad como la capacidad de un individuo o una población para adaptarse a un nuevo ambiente. No existen caracteres morfológicos o fisiológicos generales que permitan identificar las especies plásticas sin una previa experimentación efectiva.

La capacidad de los árboles para adaptarse a condiciones diferentes de aquellas que prevalecen en su hábitat natural varía según las especies. Casi toda especie cuyo hábitat es extenso posee una variabilidad genética suficiente para que los resultados obtenidos con un solo biotipo en un país extranjero u otra región no ofrezcan sino indicios muy aproximados de las posibilidades de la especie en ese país. Existe, en general, una buena correlación entre lo que ocurre respecto a preferencia de suelos en el país de origen y lo que acontece en aquel país en que se ha introducido la especie (Wright, 1964).

Los genotipos aislados pueden igualmente diferir en su respuesta ambiental. Las especies más plásticas pueden colonizar una mayor escala de hábitats, mientras que aquellas otras que solo pueden tolerar estrechas diferencias de hábitats presentarán una distribución limitada (Williams, 1965).

Wright (1964) indica que el comportamiento y las características de una especie en su área de distribución natural constituyen la mejor guía para conocer las

posibilidades de empleo en un nuevo hábitat. Tal vez el factor más importante por sí solo, para limitar el éxito de los intercambios de árboles entre diversas regiones, sea la temperatura invernal mínima.

## 2.2 CONCEPTO DE HELADAS

Las temperaturas extremas son algunos de los problemas ambientales más comunes que experimentan las plantas, las cuales deben tolerar, frecuentemente, sequías y heladas en estaciones alternas, o incluso padecerlas al mismo tiempo (Callister et al., 2008). Algunas respuestas fisiológicas son comunes, tanto a la sequía como a las heladas (Bohnert et al., 1995). Según FAO (2010), existe una estrecha relación entre las plantas tolerantes a la sequía y las plantas tolerantes a la congelación. A modo de ejemplo, el *Eucalyptus benthamii* es relativamente tolerante a las heladas así como a las sequías (Jovanovic y Booth, 2002).

La resistencia de las plantas a las heladas no es una característica fija del individuo y sus variaciones constituyen un hecho complejo aún no perfectamente explicado. La variación anual de la temperatura provoca en las plantas una variación a la resistencia al frío (Burgos, 1963).

En la literatura científica se define el término heladas desde tres puntos de vista: biológico, meteorológico y agrometeorológico.

Desde el punto de vista biológico, se considera helada al descenso de la temperatura que causa daños irreversibles en las plantas. La extensión del daño dependerá de la intensidad del fenómeno, de la duración del mismo y de la susceptibilidad de las plantas. La susceptibilidad se asocia a la especie y/o a la variedad vegetal y además a la época de ocurrencia de la helada (Naturaleza y., 1996).

Desde el punto de vista meteorológico el término helada se define como la reducción de la temperatura del aire medida a 1,5 metros de altura, a un valor igual o menor que el punto de congelamiento del agua (0 °C a presión normal) (OMM, 1987). Según FAO (2010), el término helada se refiere a la ocurrencia de una temperatura del aire de 0 °C o inferior medida a una altura de entre 1,25 y 2,0 metros por encima del nivel del suelo, dentro de una cabina meteorológica.

Desde el punto de vista agrometeorológico se considera helada cuando se registran temperaturas menores o iguales a 0 °C, medidas a 5 centímetros del suelo (Naturaleza y., 1996).

### 2.2.1 Clasificación de heladas

Según Fuentes (1987), García De Pedraza y García Vega (1991), Porta et al. (2001) existen distintos tipos de heladas de acuerdo a su origen: heladas de advección, heladas de evaporación y heladas de radiación. Existe una segunda clasificación de acuerdo a su aspecto visual. Estas son: heladas blancas y heladas negras.

#### 2.2.1.1 Primera clasificación de heladas

Heladas de advección: son provocadas por la entrada de masas de aire polar (Corsi y Genta, 1992) y suelen producirse generalmente en invierno. Por consiguiente, sus efectos no resultan tan dañinos para la vegetación, con la excepción de la ocurrencia de heladas extremas.

Las heladas de advección se pueden presentar en cualquier momento del día, con independencia del estado del cielo. Suelen afectar a grandes extensiones y los métodos de lucha contra este tipo de heladas suelen ser infructíferos.

Corsi y Genta (1992) señalan que las heladas de advección afectan tanto a zonas altas como a zonas bajas del relieve. Son frecuentes en regiones continentales y marítimas del hemisferio norte. En el hemisferio sur las heladas de advección son menos frecuentes que en el hemisferio norte debido a la falta de áreas continentales de extensas dimensiones.

Heladas de evaporación: se producen al evaporarse el agua depositada sobre las plantas, lo que genera que la temperatura de las mismas descienda bruscamente. En invierno este tipo de heladas suelen ocurrir en días lluviosos seguidos por el paso de un frente frío.

Heladas de radiación: Corsi y Genta (1992) indican que las heladas de radiación son locales y se producen por pérdida rápida de calor desde la superficie del suelo a las capas superiores de la atmósfera. Son las más comunes en el Uruguay y ocurren normalmente en noches sin viento y cielo despejado.

Una helada de radiación se considera intensa cuando la diferencia de temperatura a nivel del suelo y a 10 ó 15 metros sobre la superficie del suelo varía entre 5 y 8 °C. Se define como débil cuando la variación es de 2 a 3 °C.

En latitudes medias, las heladas de radiación suelen ser las que predominan al principio del otoño, invierno y finales de la primavera, produciendo mayores pérdidas en los cultivos (Fuentes 1987, Porta et al. 2001). Las heladas tardías en la primavera, en momentos de máxima actividad vegetativa, suelen ser las más peligrosas (García De Pedraza y García Vega, 1991).

Las heladas suelen presentarse en noches claras, despejadas, sin viento, cuando la radiación terrestre a la atmósfera puede tener lugar por la ausencia de nubes y por la baja concentración de vapor de agua (Porta et al., 2001).

Según Fuentes (1987), los factores que más influyen en la intensidad de estas heladas son: la nubosidad, el viento, el grado de humedad, la topografía del terreno y la constitución del suelo. A continuación se describen los factores.

- Nubosidad: en presencia de nubes, parte del calor irradiado por la tierra se refleja en las nubes, disminuyendo el riesgo de heladas.
- Viento: cuando el viento es moderado, las capas frías del aire que se encuentran sobre la superficie de la tierra se mezclan con las capas de aire más caliente ubicadas a mayor altura, disminuyendo el riesgo de heladas.
- Grado de humedad: cuando la humedad del aire es muy elevada se produce la condensación del vapor de agua provocando niebla. La niebla y las nubes provocan una pantalla protectora que evita la pérdida excesiva del calor terrestre, disminuyendo el riesgo de heladas.
- Topografía del terreno: el aire frío es más denso que el aire caliente, por lo que se sitúa sobre la superficie del suelo. En terrenos con pendiente, el aire frío fluye por las laderas, situándose finalmente en las zonas más bajas del terreno, como valles y hondonadas, aumentando el riesgo de heladas en dichas zonas.
- Constitución del suelo: los suelos sueltos y pedregosos se enfrían más rápido que los suelos compactos debido a que los primeros conducen mejor el calor y están más expuestos a la intemperie. Como consecuencia, los cultivos sobre suelos sueltos y pedregosos tienen mayor riesgo de heladas.

Las heladas de advección y de radiación pueden producirse simultáneamente.

Regularmente en una misma noche la helada de advección es seguida por la helada de radiación (Corsi y Genta, 1992).

#### 2.2.1.2 Segunda clasificación de heladas: helada blanca y helada negra

El punto de rocío se define como la temperatura por debajo de la cual el vapor de agua contenido en el aire condensa en forma visible de rocío, niebla o escarcha. Cuando el punto de rocío es de 4° C y la temperatura del aire desciende de 4°C, la humedad atmosférica se condensa en forma de rocío. Cuando la temperatura desciende los 0 °C se forma escarcha, produciéndose la “helada blanca” (Fuentes 1987, Porta et al. 2001).

Corsi y Genta (1992) concluyen que la ocurrencia de helada blanca no es una buena medida del daño en las plantas. El daño es causado por el nivel de temperatura de congelamiento y no por el depósito de helada. El daño depende además de la condición del cultivo, de la duración de la temperatura de congelamiento y de la tasa de cambio de temperatura.

Si el punto de rocío es inferior a los 0 °C, la temperatura del aire puede alcanzar valores inferiores a ese nivel, dañando la vegetación sin que se forme hielo, registrándose la denominada “helada negra”.

La helada negra produce el congelamiento interno de la vegetación que no es acompañada por la formación protectora del depósito de cristales de hielo. En la helada negra siempre hay destrucción de la vegetación. Su nombre proviene de la apariencia de los tejidos necrosados, debido a la lisis celular (Corsi y Genta, 1992).

#### 2.2.2 Daño por heladas

Existen dos tipos de daños por heladas los cuales se definen como daño directo y daño indirecto. El daño directo se identifica con la formación de cristales de hielo dentro del protoplasma de las células (congelación intracelular). El daño directo se asocia con un enfriamiento rápido.

Por otro lado, el daño indirecto se identifica con la formación de hielo dentro de la planta pero fuera de las células (congelación extracelular). Esta formación es la principal causa del daño por heladas (FAO, 2010).

El daño ocasionado por las heladas a las plantas está relacionado al congelamiento del agua que constituye los tejidos vegetales. Este congelamiento altera los elementos anatómicos y los procesos fisiológicos de las plantas (Balmelli, 1993). El daño más importante que generan las heladas, según Porta et al. (2001), es la formación de pequeñas heridas debidas a la rotura de células y tejidos derivadas de la formación de hielo, las cuales constituyen una vía de entrada para microorganismos.

Balmelli (1998) señala que la sintomatología que presentan los individuos que sufrieron daños a causa de las heladas es muy variable: desde el marchitamiento de follaje hasta la muerte del árbol.

Según Almeida et al. (1994) el endurecimiento de las plantas al frío aumenta la capacidad de los *Eucalyptus* de soportar la formación de hielo extracelular. Las plantas de *Eucalyptus* que han sufrido descenso progresivo de temperatura y han sufrido heladas leves, pueden tolerar mejor eventos de heladas que aquellas plantas que no han sufrido el proceso de endurecimiento gradual (Robinson, Frankling y Meskimen, citados por Vareides y Brofas, 2000).

No todas las especies de *Eucalyptus* presentan la misma respuesta a las heladas. Se observan diferentes viabilidades de las membranas donde las células de *Eucalyptus dunnii*, *E. saligna*, *E. camaldulensis*, y los híbridos *E. benthamii* x *E. dunnii*, y *E. grandis* x *E. urophylla* son tolerantes a la congelación y refrigeración a  $-4^{\circ}\text{C}$ , mientras que los híbridos *Corymbia maculata* x *E. sp.* son susceptibles (da Silva et al., 2009).

A continuación se señalan las características que aumentan o disminuyen la susceptibilidad a las heladas.

Según Porta et al. (2001), para predecir el daño que puede producir una helada, se debe tener en cuenta la especie y variedad cultivada, el estado fenológico, la madurez de los tejidos, la fertilización, el tipo de poda, la rapidez de enfriamiento, la temperatura mínima alcanzada y la duración de las heladas.

Se realiza una clasificación de la susceptibilidad de las plantas en dos grandes factores. Los factores son morfológicos y fisiológicos por un lado y factores ambientales por otro.

#### Factores morfológicos y fisiológicos

Balmelli (1998) señala que las características propias de las plantas que afectan su susceptibilidad a las heladas son:

- Edad y desarrollo alcanzado. Las temperaturas más bajas se dan a nivel del suelo. Por lo tanto las plantas más jóvenes o mal desarrolladas estarán más expuestas al frío y sufrirán daños mayores. El daño es mayor cuando la planta se encuentra en activo crecimiento (Prado, citado por Balmelli, 1993).
- La lignificación. La lignificación (relacionada con la edad) disminuye el riesgo de daño en el cámbium y por lo tanto aumenta la resistencia al frío (aunque los brotes más recientes siguen siendo susceptibles) (Prado, citado por Balmelli, 1993).
- El estado fisiológico. El daño es mayor cuando la planta se encuentra en activo crecimiento (FAO, citado por Balmelli, 1993).
- La resistencia genética. Cada especie vegetal presenta una temperatura determinada debajo de la cual la helada produce daños, denominado umbral de resistencia (Lacroix, citado por Balmelli, 1993)
- Las especies o las variedades de cultivos exhiben distintos daños de heladas a la misma temperatura y en el mismo estadio fenológico, dependiendo de las condiciones meteorológicas previas a la helada (FAO, 2010).

#### Factores ambientales

Balmelli (1998) señala que los factores ambientales que regulan el efecto de las heladas dependen de características climáticas y características del sitio. Las características climáticas son:

- Estación del año en que se produce la helada. Las heladas de otoño y primavera son las más dañinas (FAO, citado por Balmelli, 1993).
- La rapidez para alcanzar la temperatura de congelamiento. Cuando las heladas se producen por descensos rápidos de temperatura, los efectos son más dañinos que cuando se producen por un lento enfriamiento (Porta et al., 2001).
- La amplitud de oscilación térmica. Como amplitud de oscilación térmica se entiende las diferencias entre las temperaturas extremas del día y de la noche. Grandes diferencias (15 a 20°C), como ocurre frecuentemente en heladas muy

tempranas o muy tardías, provocan daños mayores (Prado, citado por Balmelli, 1993).

- Presencia de viento. Un fuerte viento simultáneo a una temperatura moderadamente baja puede hacer más daño que una temperatura mucho más baja sin viento (FAO, citado por Balmelli, 1993).

Las características del sitio son:

- Posición topográfica. Las heladas son menos intensas en la cima de las colinas y en espacios abiertos que en depresiones topográficas (Naturaleza y..., 1996).
- Orientación de las laderas. Las laderas con orientación sur se ven afectadas con heladas más prolongadas y por lo tanto se producen mayores daños (Corsi y Genta, 1992).
- Preparación del sitio. La eliminación de la vegetación produce un aumento de la temperatura del aire cerca del suelo, por lo que los daños son menores que en sitios mal preparados. Cualquier condición del suelo que reduzca su conductividad térmica favorece la ocurrencia de heladas (suelos sueltos y secos) o cualquier conducción que favorezca la advección y permanencia del aire frío en un área (Naturaleza y..., 1996).
- Fertilización. El efecto de la fertilización está asociado a la promoción del desarrollo del cultivo.

### 2.2.3 Intensidad y duración de las heladas

El daño en los cultivos dependerá de la intensidad y del tiempo cronométrico que dure la helada. Puede resultar más peligrosa una helada de 2 °C bajo cero durante 6 horas que otra de 5 °C bajo cero durante 15 minutos (García De Pedraza y García Vega, 1991). Cuanto menor es la temperatura mínima absoluta alcanzada, mayor es el daño producido (FAO, citado por Balmelli, 1993).

### 2.2.4 Período de ocurrencia y frecuencia

En el Uruguay se presentan de 15 a 30 heladas durante el año, presentándose las primeras entre el primero de junio y el primero de julio, y las últimas entre el primero de agosto y el primero de setiembre. De acuerdo al Atlas Climatológico del Uruguay las fechas de primera y última helada varían según la ubicación geográfica (ver anexo No. 1).

### 2.2.5 Manejo cultural

Según FAO (2010), los métodos de protección pasivos buscan reducir los daños potenciales. Los principales métodos pasivos son: elección del lugar de plantación, manejo del drenaje de aire frío, selección de plantas, nutrición de las plantas, sistema de poda, laboreo del suelo y cobertura del suelo.

Burgos (1963), afirma que el potasio y el fósforo aumentan la resistencia a la helada cuando se aplican en abonos minerales, mientras que los abonos nitrogenados, minerales u orgánicos, disminuyen la resistencia. Un abonado equilibrado y suficiente aumenta la resistencia de los cultivos a las heladas (Fuentes, 1987). Sin embargo, Rockwood, citado por Balmelli (1993), señala que en etapas suficientemente distanciadas del comienzo de las heladas, la fertilización, a través de un mayor desarrollo de las plantas, disminuye el riesgo de daño. Prado, citado por Balmelli (1993) sostiene que la fertilización puede ser muy perjudicial si se realiza en la estación de ocurrencia de las heladas, ya que aumenta la actividad vegetativa de las plantas, haciéndolas más susceptibles. Según FAO (2010), existen en la literatura muchas contradicciones en cuanto a la nutrición mineral y el daño por heladas. Según este autor, la fertilización nitrogenada y fosforada previa a una helada, favorece el crecimiento y aumenta la susceptibilidad al daño.

Según Fuentes (1987), el suelo cubierto con vegetación acumula menor cantidad de calor que cuando está sin vegetación; el suelo seco o laboreado se enfría con mayor rapidez que el suelo húmedo y compactado. Por lo tanto, el riesgo de helada será mayor cuando el suelo tiene cubierta vegetal, está seco o ha sido laboreado recientemente. La paja o hierba seca acumuladas sobre el terreno actuarían como aislantes, disminuyendo la pérdida de calor del suelo.

## 2.3 CAMBIO CLIMÁTICO

Existen evidencias científicas que con el cambio climático se prevén modificaciones en los tipos y patrones de intensidad y frecuencia de los eventos climáticos extremos entre los cuales se distinguen las heladas (ver anexo No. 2).

El Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), a través de su unidad de Agro-clima y Sistema de información (GRAS), identifica en Uruguay los principales cambios en el clima a nivel de precipitaciones, temperatura y heladas.

En relación a las precipitaciones INIA – GRAS señala que se ha determinado un incremento de la lluvia promedio anual. Dicho efecto se manifiesta fundamentalmente en el período comprendido entre los meses de octubre y febrero.

INIA- GRAS haciendo referencia a los cambios en la temperatura indica que si bien no se han determinado claramente variaciones de la temperatura media a lo largo del año, si se han determinado cambios en las temperaturas máximas y mínimas medias. La temperatura máxima media ha bajado, particularmente en los meses de enero y febrero, y la temperatura mínima media se ha incrementado prácticamente a lo largo de todo el año.

INIA- GRAS manifiesta que los cambios en relación a las heladas resultan en un período promedio con ocurrencia de heladas más corto. Si bien se observa que la fecha promedio de la primera helada (o helada temprana) es ahora más tardía, el efecto más claro y significativo es que la fecha promedio de ocurrencia de la última helada (o helada tardía) es ahora más temprana. Se registra menor número de días con helada y la temperatura de las heladas se ha incrementado o, dicho de otra manera, las heladas son ahora menos severas.

Según Giménez et al. (2006), debido al cambio climático, el período promedio con ocurrencia de heladas presenta menor duración. Según el autor, el número total de días con heladas ha disminuido y la temperatura promedio de las heladas se ha incrementado. Sin embargo, es de destacar que los efectos mencionados están basados en datos y promedios considerados y analizados en el largo plazo (de 10 a 70 años). Dada la gran variabilidad climática existente entre años, causada también por el cambio climático, dichos efectos no se manifiestan todos los años.

## 2.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE MATERIALES GENÉTICOS INCLUIDOS EN EL ENSAYO

### 2.4.1 Descripción de las especies

#### ***Eucalyptus benthamii* Maiden & Cabbage:**

- Origen: De distribución limitada en la costa este de Nueva Gales del Sur. Mayor distribución en el suroeste de Sydney, en las planicies del Río Nepean y sus afluentes, especialmente aquellas sumergidas en la gran represa Warragamba y una pequeña área en el Dorriggo plateau. Rango de altitud entre 60 a 230 m (Boland et al., 2006).
- Clima: Temperatura en los meses cálidos 27-29°C y en los meses fríos 2-3 °C. Incidencia de heladas moderada. Precipitación entre 750 a 850 mm por año. (Boland et al., 2006).

- Suelos: Crece en márgenes de ríos o laderas suave, suelos aluviales, de aptitud agrícola (Boland et al., 2006).

Figura No.1. Distribución de *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage



Fuente: Jovanovic y Booth (2002)

***Eucalyptus dunnii* Maiden:**

- Origen: Naturalmente crece en una pequeña área en la región central-este de Australia (28°-30°15'S), en zonas continentales principalmente, desde 300 a 750 m sobre el nivel del mar (Boland et al., citados por Brussa, 1994). Rango de altitud entre 220 a 860 m (Boland et al., 2006).
- Clima: Temperatura en los meses cálidos 24-29°C y 2-5°C en los meses fríos. Heladas de 20 a 60 por año. Precipitaciones de 1000 a 16000 mm por año (Boland et al., 2006).
- Suelos: Crece en suelos de alta fertilidad, buena capacidad de retención de agua y buena aireación, siendo sensible al mal drenaje (Boland et al., citados por Brussa, 1994).

Figura No.2. Distribución de *Eucalyptus dunnii* Maiden



Fuente: Jovanovic y Booth (2002)

***Eucalyptus globulus ssp. globulus* Labill.:**

- Origen: Natural de la región sur de Australia, incluida Tasmania ( $37^{\circ}$ - $43^{\circ}30'S$ ) en localidades costeras y continentales, con altitudes desde el nivel del mar a 450 m (Boland et al., FAO, citados por Brussa, 1994).
- Clima: Temperatura en los meses cálidos  $18-24^{\circ} C$  y  $0-7^{\circ} C$  en los meses fríos. Incidencia de heladas moderada a alta. Sub-húmedo a húmedo con precipitaciones de 600 a 1400 mm anuales, preferentemente invernales (Boland et al., 2006).
- Suelos: Crece en suelos limosos a arcillosos. Se adapta a gran variedad de suelos con buen drenaje, desde arenas costeras a pedregosos de serranías, donde presenta muy buen desarrollo (Boland et al., citados por Brussa, 1994).

Figura No.3. Distribución de *Eucalyptus globulus* Labill



Fuente: Jovanovic y Booth (2002)

***Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden:**

- **Origen:** Naturalmente se localiza en el este del continente australiano en áreas disyuntas de la región norte y centro, costero (sur) y continental (norte), con diferentes registros de altitud (0-600 m entre 25° y 33° S, 500 m a los 21° S y alrededor de 1100 m entre 16° y 19° S) (Boland et al., FAO, citados por Brussa, 1994).
- **Clima:** Templado (sur) y tropical (norte). Promedio de temperaturas máximas de 24-30 °C (sur) y 29-32 °C (norte), mínimas de 3-8 °C (sur) a 10-17 °C (norte). Húmedo, con precipitaciones estivales con una media anual de 1000 a 3500 mm (Boland et al., FAO, citados por Brussa, 1994). Baja incidencia de heladas en zonas bajas pero ocasional en zonas altas (Boland et al., 2006).
- **Suelos:** Prefiere suelos con buena capacidad de retención de agua, profundos, de texturas limosas, bien drenados (Boland et al., Golfari, citados por Brussa, 1994).

Actualmente se trata de una de las especies más empleadas en forestaciones comerciales por su conformación y velocidad de crecimiento, características que pueden verse afectadas en suelos poco desarrollados y en suelos con drenaje imperfecto. Las plántulas y plantas jóvenes no toleran excesivas heladas (Brussa, 1994).

Figura No.4. Distribución de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden

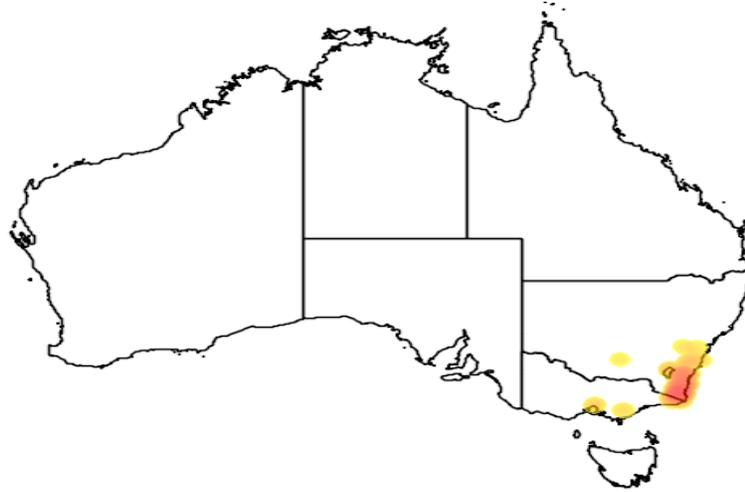


Fuente: Jovanovic y Booth (2002)

***Eucalyptus globulus* Labill. ssp. *maidenii* (F. Muller) Kirkpatrick:**

- **Origen:** Se localiza originalmente en las regiones sur-este y sur de Australia ( $34^{\circ}45' - 37^{\circ}30' S$ ), en áreas costeras escarpadas entre los 200 y 900 m de altitud (Boland et al., FAO, citados por Brussa, 1994). Rango de altitud entre 220 y 650 m (Boland et al., 2006).
- **Clima:** Templado-frío con un promedio de temperaturas máximas de 23-27 °C y mínimas de -4-2 °C con 20 a 80 heladas por año en áreas elevadas. Húmedo con precipitaciones uniformes del orden de 800 a 1200 mm anuales (FAO, Boland et al., citados por Brussa, 1994).
- **Suelos:** Prefiere suelos húmedos, pesados (Boland et al., citados por Brussa, 1994) siendo sumamente plástico en este sentido (Poynton, citado por Brussa, 1994).

Figura No.5. Distribución de *Eucalyptus globulus* Labill. ssp. *maidenii* (F. Muller) Kirkpatrick

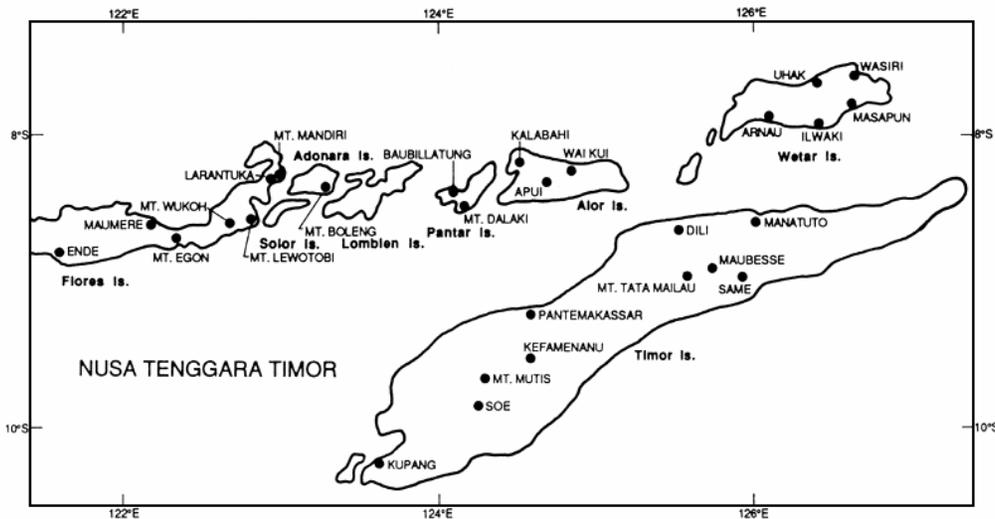


Fuente: Australian Government (s.f.)

***Eucalyptus urophylla* S.T. Blake:**

- **Origen:** No crece naturalmente en Australia. Forma masas boscosas en islas de Indonesia: Timor, Flores, Adonara, Lomblen, Pantar, Alor y Wetar entre 8°30' y 10° S, en altitudes de 350 a casi 3000m sobre el nivel del mar (Turnbull y Brooker, citados por Brussa, 1994).
- **Clima:** Tropical variable de acuerdo a la altitud, con un promedio de temperaturas máximas de 27-29 °C (400 m) a 17-21 °C (1900 m), sin diferenciación estacional; húmedo con lluvias monzónicas del orden de 1400-2400 mm en 6 a 7 meses con estación seca en el resto del año (Turnbull y Brooker, citados por Brussa, 1994).
- **Suelos:** Crece en suelos profundos, bien drenados, de origen variado y textura franca o franco arcillosa (Boland et al., citados por Brussa, 1994).

Figura No.6. Distribución de *Eucalyptus urophylla*

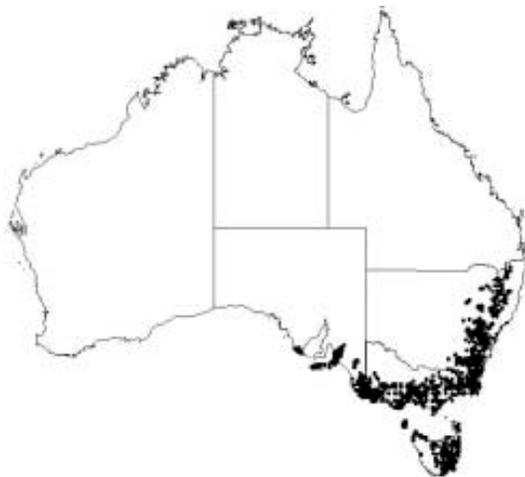


Fuente: FAO (1992)

***Eucalyptus viminalis* Labill. ssp. *viminalis*:**

- **Origen:** Crece en regiones centro-este y sur de Australia (28°-43° S), incluyendo Tasmania, en áreas costeras y continentales desde el nivel del mar a 1500 m de altitud (Boland et al., citados por Brussa, 1994). Altitud 1300 m (Boland et al., 2006).
- **Clima:** Templado a templado-frío con hasta 100 heladas al año en zonas continentales (Hall et al., Boland et al., citados por Brussa, 1994). Temperatura en meses cálidos de 18-30°C y 3-7°C en meses fríos. Precipitaciones de 500 a 1700 mm por año uniformes (Boland et al., 2006).
- **Suelos:** Ocupa suelos de buena fertilidad, preferentemente de texturas livianas, con buen drenaje y relativa profundidad (Boland et al., Cozzo, Golfari, citados por Brussa, 1994).

Figura No. 7. Distribución de *Eucalyptus viminalis*



Fuente: Jovanovic y Booth (2002)

#### 2.4.2 Comportamiento de las especies en otros países

En el sur de Brasil la especie *Eucalyptus benthamii* ha demostrado tener buen crecimiento y resistencia a las heladas en plantaciones experimentales con 2 y 3 años de edad en el estado de Santa Catarina (Higa, 1999). Un estudio realizado en Sudáfrica por el ICFR en el año 2001, destacó la excepcional resistencia a la helada mostrada por el *Eucalyptus benthamii*. El estudio permitió ubicar al *E. benthamii* como una mejor alternativa comercial frente al *E.grandis* y al *E.dunnii* para sitios similares (Gardner, 2007).

En el sur de Brasil la especie *Eucalyptus dunnii* y los híbridos *E.dunnii x E.benthamii* y *E.grandis x E.urophylla*, entre otros, mostraron tolerancia a una disminución de temperatura hasta  $-4,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (da Silva et al., 2009).

En Campo do Tenente, Parana, Brasil, un estudio de evaluación genética de *Eucalyptus dunnii* al daño por heladas registradas en junio del año 1994, permitió demostrar que la supervivencia de las distintas progenies no se vió afectada. Sin embargo, se constató que la mayoría de las plantas redujeron su altura y sufrieron daños aunque en distinto nivel. Se pudo observar que la plantas con mayor crecimiento antes de la helada eran menos resistentes, mostrando tasas de crecimiento menores después de ocurrida la helada. Los materiales evaluados mostraron resistencia a heladas por encima

del promedio, lo que sugiere que el material genético resultó mejor adaptado a las condiciones climáticas locales (Higa et al., 2000).

Golfari (1985), Alliani et al. (1990) coinciden en que el *E.dunnii* es superior en su comportamiento a las bajas temperaturas con respecto al *E.grandis* ya que el *E.dunnii* presenta una mayor resistencia al frío. Golfari también señala que el *E.dunnii* es superior en su adaptación a bajas temperaturas al *E.saligna*. Sin embargo, existe una discrepancia entre estos autores. Golfari (1985) afirma que *E.dunnii* puede sustituir al *E.grandis* y al *E.saligna* en aquellas regiones donde se registran temperaturas mínimas de hasta  $-7,0^{\circ}\text{C}$ . No obstante, Alliani et al. (1990) concluyen que la superioridad de *E.dunnii* sobre *E.grandis* no significa que *E. dunnii* deba considerarse como una especie resistente a las heladas.

En el norte de Rio Grande do Sul, Brasil, se han realizado ensayos que han permitido demostrar la tolerancia al daño por heladas de la especie *E.grandis* pues la concentración del daño pudo observarse en el área foliar.

Más del 93% de las plantas evaluadas presentaron un daño foliar menor al 25%. Mientras que el 5.6% de las plantas presentaron un daño foliar del 25 al 49%. A pesar de que el material evaluado sufrió daños, se registró el 100% de supervivencia (Caron et al., 2011). Sin embargo, EMBRAPA recomienda la plantación de *E.grandis* solamente en las regiones bioclimáticas con menor ocurrencia de heladas (Balmelli, 1993). En Misiones y el litoral bonaerense, Argentina, plantaciones de *E.grandis* de un año de edad se han visto afectadas por temperaturas que alcanzaron  $-7,0^{\circ}\text{C}$  (Golfari, 1985).

Gentilli en Italia y Prado en Chile han concluido en sus respectivas investigaciones, la resistencia al frío hasta una temperatura de  $-7,0^{\circ}\text{C}$  del *E.globulus ssp. globulus* y del *E.globulus ssp. maidenii* (Gentilli, Prado, citados por Balmelli, 1993).

*E. globulus ssp. globulus* y *E. viminalis* fueron clasificados como especies que pueden tolerar largas olas de frío de  $6,0^{\circ}\text{C}$  a  $-9,0^{\circ}\text{C}$ , o periodos cortos de frío con temperaturas de  $-9,0^{\circ}\text{C}$  (Evans, citado por Robinson, 1992). Algunas especies como *E. viminalis* toleran hasta  $-12,0^{\circ}\text{C}$  (Eldrige et al., citados por Pardos, 2007).

#### 2.4.3 Comportamiento de las especies en el Uruguay

En dos ensayos instalados por INIA en el departamento de Tacuarembó en el año 1992 se evaluó, entre otras variables, el daño ocasionado por la helada del invierno del año 1992 de los genotipos *E.grandis*, *E.globulus ssp.globulus*, *E.globulus ssp.maidenii*, *E.globulus ssp.bicostata*; de distintas procedencias y orígenes. Las condiciones

ambientales que se dieron en el año de instalado el ensayo no afectaron en forma importante las especies evaluadas presentando en general bajos valores de daño y alta sobrevivencia. Los resultados obtenidos no hacen posible la elección a priori de orígenes de *E.grandis*, por resistencia a heladas, basándose en su latitud o altitud. Sin embargo, debe destacarse que para *E globulus ssp. globulus* podrían seleccionarse por resistencia a heladas, los orígenes de mayor altitud ya que éstos presentan los menores daños (Balmelli, 1993).

En un ensayo instalado por INIA en el departamento de Maldonado en el año 2002 se evaluó, entre otras variables, el daño ocasionado por la helada de agosto del año 2003 sobre una población de *E.globulus*. La cuantificación del daño se hizo a los 12 meses, siendo la sobrevivencia media a ese momento de 83.3%. El resultado de la cuantificación permitió concluir que los daños fueron relativamente importantes, destacándose que un 46% de los árboles presentaron daños al menos en el follaje mientras que un 15% sufrió muerte de buena parte del follaje y parte del tallo. Se determinó el coeficiente de correlación fenotípica entre la altura del árbol (previo a las heladas) y el nivel de daño fue de -0.35. Según los autores, la relación indicaría que existe una tendencia a que los árboles más chicos sufren mayores daños por heladas (Balmelli et al., 2007).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS EXPERIMENTOS

La evaluación se realizó en tres experimentos ya instalados pertenecientes a la empresa Forestal Oriental S.A. ubicados en los departamentos de Paysandú y Río Negro. La población de *Eucalyptus* spp. evaluada fue implantada en la primavera del año 2011. El diseño experimental utilizado en los ensayos clonales consistió en bloques incompletos al azar alpha lattice en filas y columnas con tres repeticiones. Cada parcela estaba integrada por 5 plantas del mismo genotipo.

Los ensayos clonales de *Eucalyptus* spp. se instalaron con el objetivo de cuantificar el volumen producido de los materiales. Como consecuencia del evento de heladas registrado en el mes de junio del año 2012, el experimento de evaluación genética fue destinado a cuantificar la tolerancia al daño y posterior recuperación de los materiales.

Los 191 materiales evaluados de *Eucalyptus* spp. fueron los siguientes:

- 76 *Eucalyptus grandis*
- 50 *Eucalyptus dunnii* x *Eucalyptus grandis*
- 33 *Eucalyptus benthamii*
- 17 *Eucalyptus dunnii*
- 5 *E. dunnii* x (*grandis* \* *dunnii*)
- 3 *Eucalyptus dunnii* x *E. globulus/globulus*
- 3 *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus maidenii*
- 2 *E. grandis* x *E.dunnii*
- 2 (*urophylla* \* *viminalis*) x *E. grandis*

Se utilizaron dos testigos:

- *Eucalyptus grandis*
- *Eucalyptus dunnii*

##### 3.1.1 Ubicación

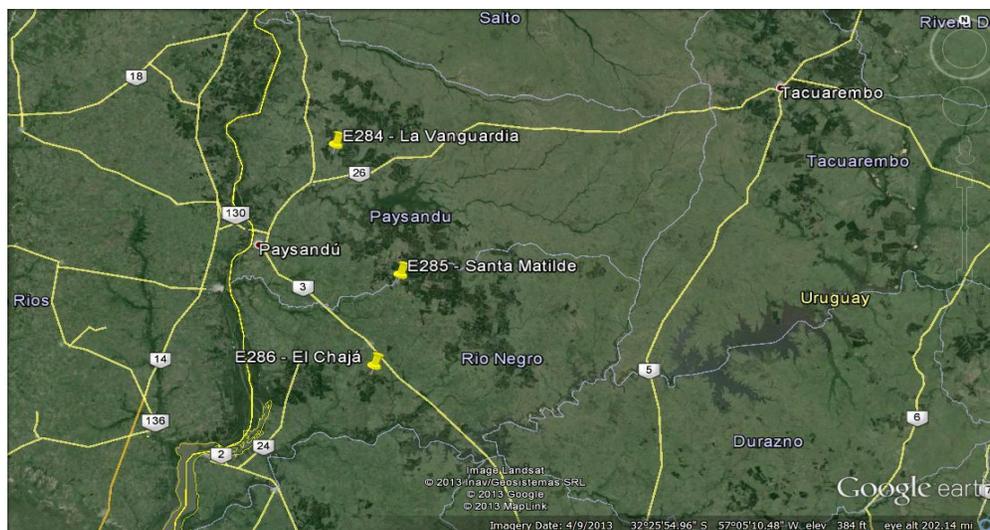
De los tres ensayos, dos se ubican en el departamento de Paysandú y uno en el departamento de Río Negro. Los ensayos No. 284 y No. 285 ubicados en Paysandú guardan entre sí una distancia aproximada de 60 km en línea recta. El ensayo No. 285 “Santa Matilde” es el más cercano al ensayo No. 286 ubicado en Río Negro. La distancia entre los dos ensayos es de 40 km. Entre el ensayo No. 284 y el No. 286 se registra una distancia en línea recta de 100 km aproximadamente. Los cálculos de distancia fueron

realizados en Google Earth con la herramienta de medición de distancia. A continuación se presenta el cuadro No.1 con el resumen de la información general de los ensayos.

Cuadro No.1. Información general de los ensayos

No. ensayo	Departamento	Localidad	Nombre del establecimiento	Latitud	Longitud
284	Paysandú	Quebracho	La Vanguardia	31°58'S	57°46'O
285	Paysandú	Piedras Coloradas	Santa Matilde	32°28'S	57°31'O
286	Río Negro	Viraroes	El Chajá	32°49'S	57°38'O

Figura No. 8: Ubicación de los establecimientos “La Vanguardia”, “Santa Matilde” y “El Chajá” propiedad de Forestal Oriental S.A. en Google Earth



### 3.1.2 Tipo de suelos

Los Grupos CONEAT sobre los cuales se realizaron los ensayos son: 9.5 en “La Vanguardia”, 9.3 en “Santa Matilde” y 09.3 en “El Chajá”.

Los suelos dominantes del grupo CONEAT 9.5 corresponden a Brunosoles Subéutricos Lúvicos, a veces Típicos de color pardo muy oscuro a negro, textura franco arcillo arenosa a franco arenosa pesada, fertilidad media y drenaje moderadamente bueno a imperfecto (Praderas Pardas arenosas, ver anexo No. 3).

Los suelos dominantes del grupo CONEAT 9.3 corresponden a Planosoles Dístricos Ócricos, a veces Melánicos y Argisoles Dístricos Ócricos Abrúpticos, a veces

Típicos (Planosoles arenosos, Praderas Planosólicas y Praderas Pardas máximas arenosas). La textura es arenoso franca y son de fertilidad baja e imperfectamente drenados. En las laderas de mayor convexidad y pendiente, los Planosoles Dístricos Ócricos presentan mayor espesor de horizonte A, de color pardo grisáceo, textura arenosa y fertilidad muy baja.

Los suelos dominantes del grupo CONEAT 09.3 en las laderas fuertes corresponden a Argisoles (a veces Planosoles) Dístricos Ócricos a veces Melánicos Típicos, a veces Abrúpticos, hidromórficos, de color pardo oscuro, textura franco arenosa a arenosa franca, de fertilidad baja y drenaje imperfecto. (Praderas pardas y Planosoles arenosos). En las laderas suaves los suelos corresponden a Brunosoles Subéutricos Típicos y Lúvicos, a veces hidromórficos de color pardo muy oscuro, textura franco arenosa o franco arcillo arenosa, de fertilidad media y drenaje moderadamente bueno a imperfecto (Praderas Pardas algo arenosas, ver anexo No. 3).

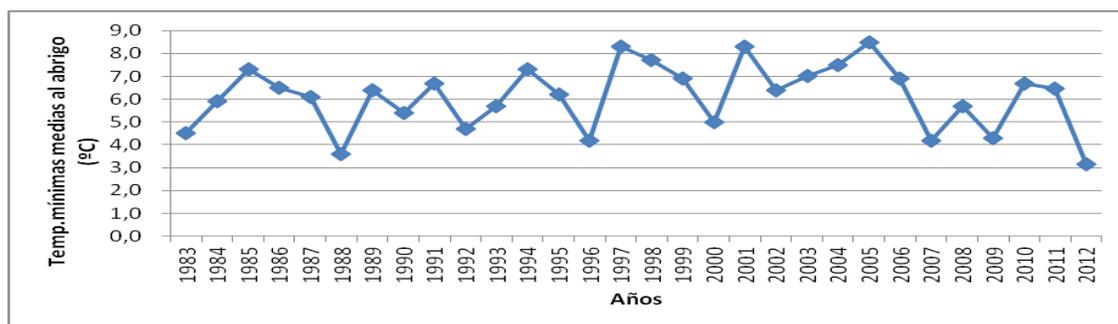
### 3.1.3 Caracterización climática

La información climática fue suministrada por la Dirección Nacional de Meteorología. La información de Paysandú corresponde a la ciudad de Paysandú, mientras que la de Río Negro corresponde a Young.

Las variables climáticas consideradas son las siguientes: serie de 30 años de temperaturas mínimas, medias y máximas mensuales; temperaturas mínimas, medias y máximas diarias del año 2012 hasta la fecha y cantidad de días con heladas al abrigo.

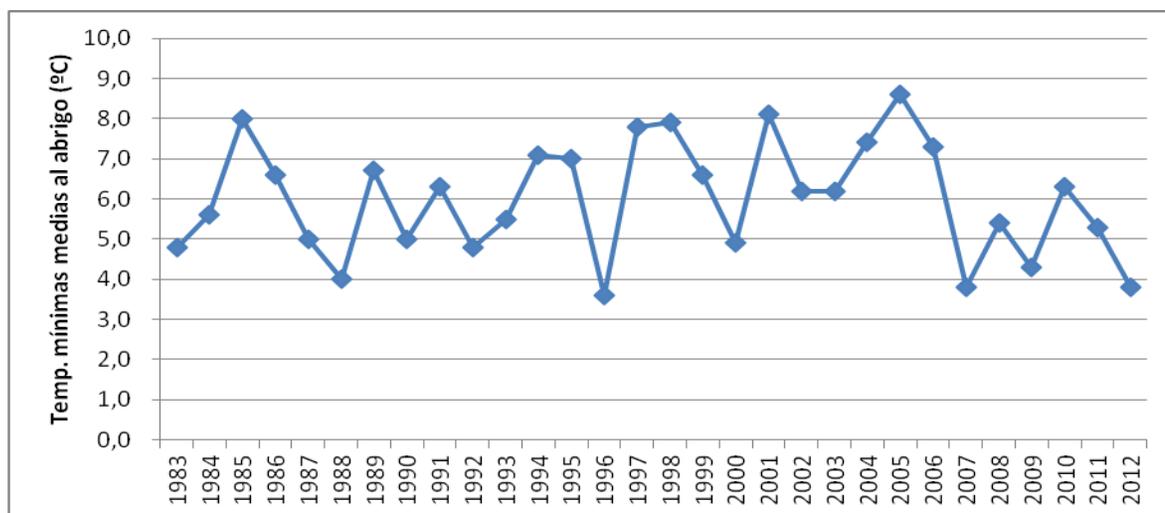
En la figura No.9 se representan las temperaturas medias mínimas mensuales al abrigo meteorológico, registradas en la serie 1983 al 2012, en Paysandú. Se puede visualizar que en el año 2012 se registró la menor temperatura media mínima mensual al abrigo.

Figura No. 9. Registro de temperaturas medias mínimas mensuales al abrigo en Paysandú (serie de años: 1983-2012)



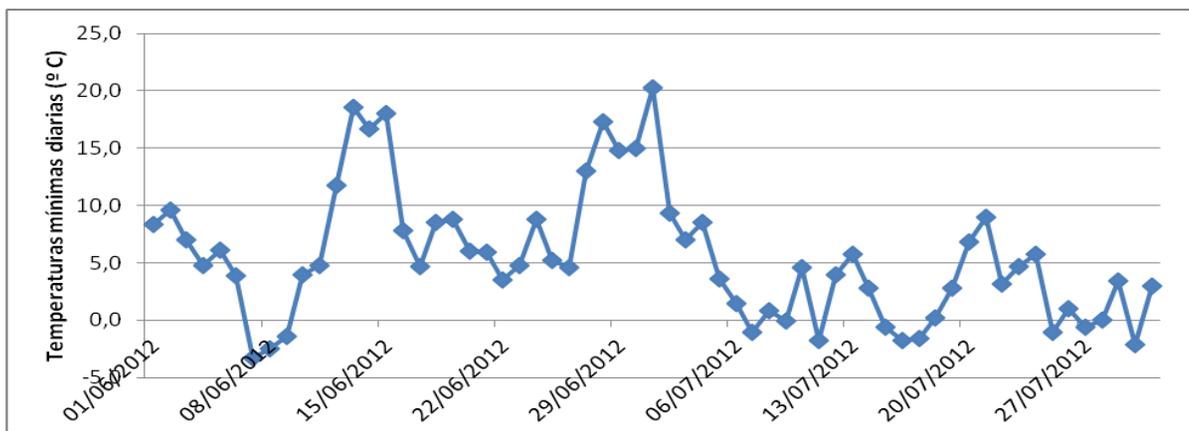
En la figura No. 10 se representan las temperaturas medias mínimas mensuales al abrigo registradas en el período 1983 al 2012, en Young. Se visualiza que 1996 y 2012 son los años con menor temperatura.

Figura No. 10. Registro de temperaturas mínimas mensuales al abrigo en Young (serie de años: 1983-2012)



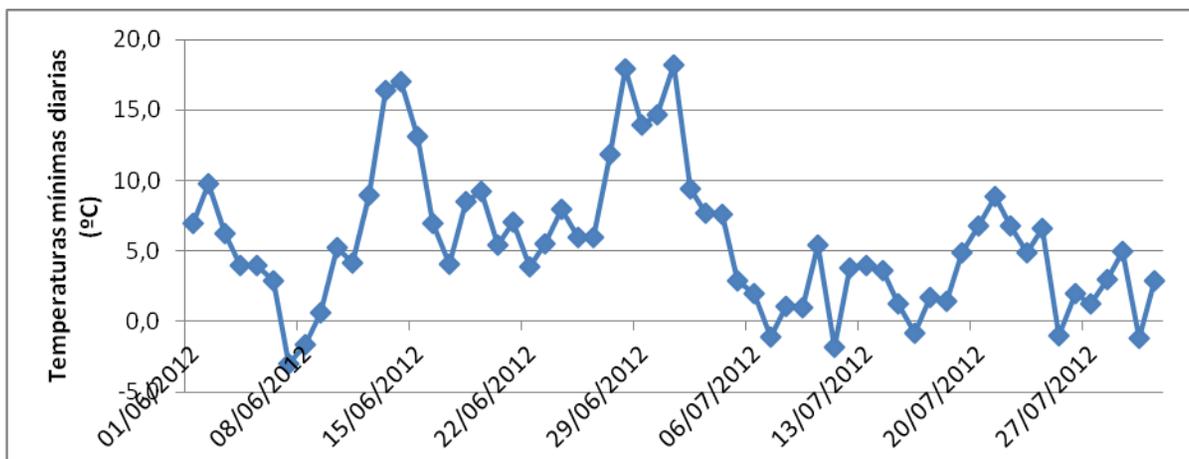
En la figura No. 11 se representan las temperaturas mínimas diarias desde el 1° de junio al 31 de julio del año 2012, en Paysandú. Se visualiza que los extremos de temperatura para la serie de datos graficados se registraron los días 07/06/2012 (-3,3°C) y 01/07/2012 (20,3°C).

Figura No. 11. Registro de temperaturas mínimas diarias en Paysandú



En la figura No. 12 se representan las temperaturas mínimas diarias desde el 1° de junio al 31 de julio del año 2012, en Río Negro. Los extremos de temperatura para la serie de datos graficados se registraron los días 07/06/2012 (-3,0°C) y 01/07/2012 (18,2°C).

Figura No. 12. Registro de temperaturas mínimas diarias en Young



### 3.1.4 Instalación de ensayos

La metodología empleada para la instalación de los ensayos se repite en cada uno de los tres establecimientos. Los ensayos fueron instalados en la primavera del año 2011 (ver anexo No. 4).

El marco de plantación y el número de materiales evaluados varía entre los tres sitios. A continuación se presenta el cuadro No. 2 que describe la instalación de los ensayos.

Cuadro No. 2. Instalación de los ensayos

Ens.	Departamento	Marco de plantación	Fecha	Rep.	Trat.	No.
284	Paysandú	4m x 1,90 m	25/10	3	191	2880
285	Paysandú	3m x 2,50 m	05/10	3	132	2025
286	Río Negro	3,50m x 2,20m	17/10	3	84	1350

Se evaluó un total de 6255 individuos.

Ens.: Número de ensayo. Corresponde a 284 y 285 (Paysandú) y 286 (Río Negro)

Fecha: Fecha de plantación de cada ensayo

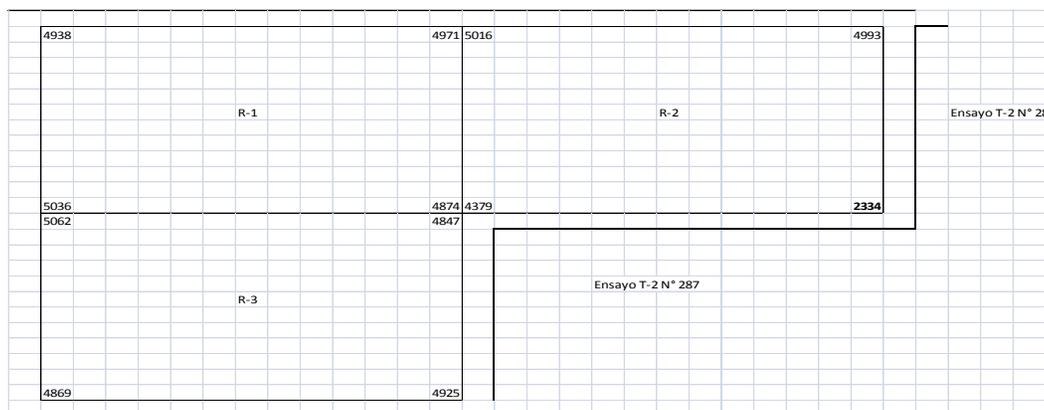
Rep: Número de repeticiones por ensayo. Tres repeticiones por localidad

Trat.: Número total de tratamientos (genotipos) evaluados en cada ensayo (ver anexo No. 5)

No.: Número total de individuos evaluados en cada ensayo

A continuación se presentan los planos y la información de cada uno de los sitios.

Figura No. 13. Sitio 1 - Ensayo No. 284

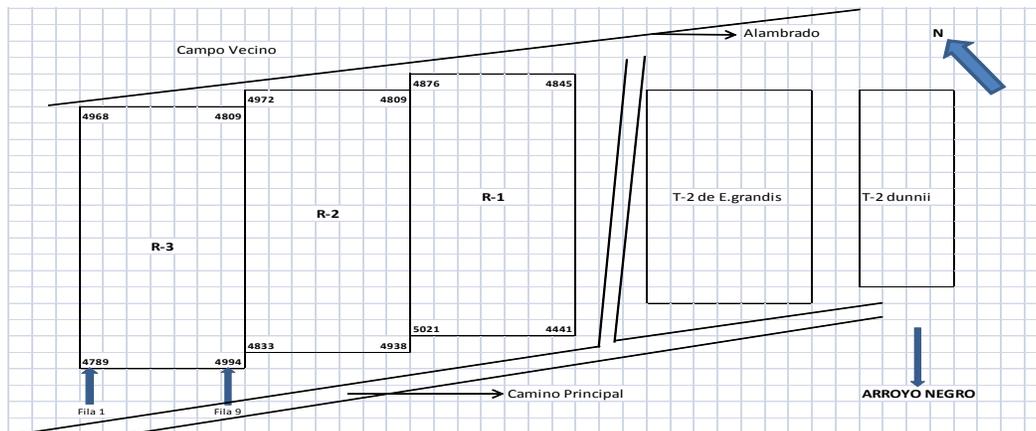


Cuadro No. 3. Ensayo No. 284: Establecimiento “La Vanguardia”- Quebracho

No. de repetición	No. total de individuos en la repetición
1	960
2	960
3	960

Número total de individuos en el ensayo No. 284: 2880 (ver anexo No. 6)

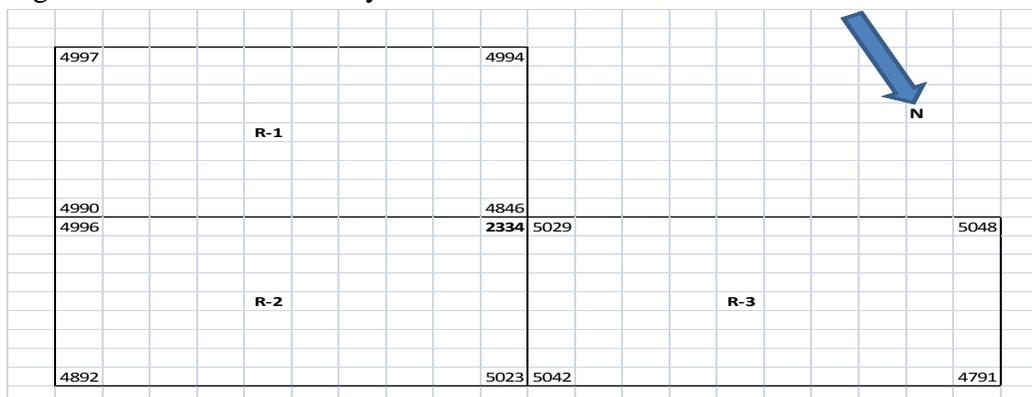
Figura No. 14. Sitio 2 - Ensayo No. 285

Cuadro No. 4. Ensayo No. 285: Establecimiento “Santa Matilde”- Piedras Coloradas

No. de repetición	No. total de individuos en la repetición
1	675
2	675
3	675

Número total de individuos en el ensayo No. 285: 2025 (ver anexo No. 6)

Figura No.15. Sitio 3 - Ensayo No. 286

Cuadro No. 5. Ensayo No. 286: Establecimiento “El Chajá” -Viraroes

No. de repetición	No. total de individuos en la repetición
1	450
2	450
3	450

Número total de individuos en ensayo No. 286: 1350 (ver anexo No. 6)

### 3.2 MEDICIONES

#### 3.2.1 Variables de medición

Para cuantificar y caracterizar el daño y recuperación de las heladas en los distintos genotipos analizados de *Eucalyptus spp.*, se realizaron mediciones de tipo cualitativo y cuantitativo.

Las variables de medición implementadas en los materiales fueron las siguientes: “daño por heladas” (ver cuadro No. 6), “altura total de individuos”, “capacidad de recuperación al daño por heladas” (ver cuadro No. 7) y “capacidad de dominancia de los fustes” (ver cuadro No. 8). Es necesario destacar que para caracterizar a los fustes se utilizó la escala utilizada por la empresa Forestal Oriental S.A. denominada “clasificación de fuste” (ver cuadro No. 9).

Cuadro No. 6. Escala de medición “daño por heladas”

Clasificación	Descripción
0	Muerta por congelamiento, sin rebrote
1	Planta muerta hasta el cuello pero rebrotando
2	Daño en follaje, ramas y tallo (grave)
3	Daño en follaje, ramas y tallo (leve)
4	Daño en brotes terminales, follaje y ramas
5	Daño en brotes terminales y follaje
6	Daño en brotes terminales o follaje
7	Fisiológica y físicamente sin daño

Cuadro No. 7. Escala de medición “capacidad de recuperación al daño por heladas”

Clasificación	Descripción
1	Excelente, presencia de brotes vigorosos, muy buen estado general
2	Buena, brotes vigorosos, aspecto general bueno
3	Media, brotes poco vigorosos, aspecto general desramado
4	Mala, aspecto general muy desramado, poco vigor general

Cuadro No. 8. Escala de medición “capacidad de dominancia”

Clasificación	Descripción
1	Excelente, presencia de un fuste sin competencia
2	Buena, presencia de dos fustes compitiendo
3	Media, presencia de tres fustes compitiendo
4	Mala, presencia de más de cuatro fustes compitiendo

Cuadro No. 9. Escala de medición “clasificación de fuste”

Clasificación de fuste	Descripción
1	Árbol bifurcado
2	Árbol muerto
3	Árbol faltante
4	Árbol caído
5	Árbol quebrado

6	Árbol enfermo
7	Árbol que presenta rebrotes múltiples
8	Árbol que presenta una torcedura bien marcada en el fuste
9	Árbol que presenta más de una torcedura en el fuste
10	Árbol que presenta torcedura en la base
11	Árbol levemente torcido

### 3.2.2 Metodología de medición

Cuadro No. 10. Descripción e información de las variables de medición

Variable de medición	Tipo de variable	Número de veces que fue medida la variable
Clasificación de fuste	Cualitativa	3 (junio y noviembre del año 2012, junio del año 2013)
Altura total	Cuantitativa	2 (junio del año 2012 y junio del año 2013)
Daño por heladas	Cualitativa	2 (junio y noviembre del año 2012)
Capacidad de recuperación al daño por heladas	Cualitativa	1 (junio del año 2013)
Capacidad de dominancia	Cualitativa	1 (junio del año 2013)

La metodología implementada para realizar las mediciones en cada uno de los sitios consistió en detectar la existencia de defectos de fuste utilizando la escala mencionada “clasificación de fuste”. En los casos en los que se registró una clasificación de fuste de tipo 2 (árbol muerto), 3, 4 y 6 no se realizan mediciones de las demás variables de análisis. Lo anteriormente mencionado conlleva a una disminución del número total de materiales evaluados en el experimento.

La variable “clasificación de fuste” fue medida en tres instancias, junio y noviembre del año 2012 y por último, junio del año 2013.

La medición de la “altura total” de los individuos se realizó utilizando una regla dendrométrica de 7 metros de largo en el mes de junio del año 2012 y en el mes de junio

del presente año. Al momento de efectuadas las mediciones las plantaciones presentaban nueve meses y un año y medio de edad respectivamente.

El “daño por heladas“ fue medido en dos oportunidades, junio y noviembre del año 2012. El trabajo de campo que involucró la medición de daño por heladas consistió en asignar un número a cada uno de los individuos de la parcela según cuadro No. 6. Para los individuos con dos evaluaciones de heladas (la totalidad con excepción de los que presentaron clasificación de fuste “2”, “3”, “4” y “6”) se seleccionó el registro más severo para efectuar el análisis estadístico. El procedimiento llevado a cabo se realizó teniendo en cuenta la normativa de la empresa.

Las variables “capacidad de recuperación” y “capacidad de dominancia” de los individuos fueron medidas en el mes de junio del año 2013 a partir de las escalas correspondientes (ver cuadros No. 7 y 8).

El registro de datos de las distintas variables se realizó utilizando un procesador de información manual suministrado por la empresa y se utilizó una cámara fotográfica con el fin de registrar los distintos materiales genéticos evaluados.

### 3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño experimental utilizado en los experimentos es un diseño en bloques incompletos al azar alpha lattice en filas y columnas. Este tipo de diseños se utiliza en situaciones en las cuales la totalidad de los tratamientos no están presentes en cada bloque. La unidad experimental es una parcela integrada por 5 individuos que presentan el mismo genotipo (ver anexo No. 7).

Modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + G_j + \beta_i + \gamma_k(i) + \delta_l(i) + \varepsilon_{ijkl}$$

Siendo:

- $Y_{ijkl}$  = daño por heladas
- $Y_{ijkl}$  = capacidad de recuperación al daño por heladas
- $Y_{ijkl}$  = capacidad de dominancia
- $\mu$  = media poblacional
- $G_j$  = efecto del genotipo
- $\beta_i$  = efecto de bloques
- $\gamma_k(i)$  = columna anidada en bloque
- $\delta_l(i)$  = hilera anidada en bloque
- $\varepsilon_{ijkl}$  = error experimental

- $i = 1, 2, \dots, 191$  genotipos
- $j = 1, 2, 3$  repeticiones
- $k =$  número de columnas
- $l =$  número de hileras

El número de columnas e hileras varía en cada uno de los sitios, es por eso que no se especifica.

El modelo lineal presentado involucra ciertos supuestos vinculados al modelo y a los errores experimentales. Estos se citan a continuación.

Supuestos al modelo:

- es correcto
- es aditivo
- no existe interacción sub-bloque (col) x tratamiento, sub-bloque (hil) x tratamiento, sub-bloque (col) x sub-bloque (hil).

Supuestos a los errores experimentales:

- son variables aleatorias
- i.i.d:  $\epsilon_{ijkl} \sim N(0, \sigma^2)$  para todo  $i, j, l, k$ .

Por definición se asume  $\alpha_i = \mu_i - \mu$

Los bloques en cada uno de los ensayos se realizaron con el fin de disminuir la heterogeneidad existente en el suelo.

La metodología que se siguió para el análisis estadístico consistió en modificar las escalas de las variables “daño por heladas”, “capacidad de recuperación” y “capacidad de dominancia”. El objetivo de esta modificación fue lograr concentrar un mayor número de materiales evaluados en cada uno de los puntos de las escalas y mejorar el análisis estadístico. Las modificaciones de las escalas se presentan a continuación.

Cuadro No. 11. Modificación de escala “daño por heladas”

Clasificación	Descripción
0	Muerta por congelamiento, sin rebrote
1	Planta muerta hasta el cuello pero rebrotando
2-3	Daño en follaje, ramas y tallo (medio)
4-5	Daño en brotes terminales, follaje o ramas (leve)
6-7	Daño en brotes terminales o follaje muy leve. Fisiológica y físicamente sin daño

Cuadro No. 12. Modificación de escala “capacidad de recuperación”

Clasificación	Descripción
1-2	Excelente a buena, presencia de brotes vigorosos, estado general muy bueno a bueno
3	Media, brotes poco vigorosos, aspecto general desramado
4	Mala, aspecto general muy desramado, poco vigor general

Cuadro No. 13. Modificación de escala “capacidad de dominancia”

Clasificación	Descripción
1	Excelente, presencia de un fuste sin competencia
2-3	Buena a media, presencia dos o tres fustes compitiendo
4	Mala, presencia de más de cuatro fustes compitiendo

La distribución Binomial que presentan las variables permitió la construcción de intervalos de confianza. Por consiguiente, se procedió a elaborar intervalos con un nivel de 95% de confianza en el programa Excel con el Método de Wilson score para cada una de las variables modificadas presentadas anteriormente.

Los intervalos de confianza se componen de un rango de valores contenido entre dos límites, inferior y superior. Estos permiten obtener la probabilidad de que cada uno de los parámetros obtenidos se encuentren dentro del rango establecido (límites inferiores y superiores). Un intervalo de confianza es un conjunto de valores formado a partir de una muestra de datos de forma tal que exista la posibilidad de que el parámetro poblacional ocurra dentro de dicho conjunto con una probabilidad específica (ver anexo No. 8).

Según la nomenclatura del método de Wilson score en la que se computariza el intervalo  $\pi_l$  y  $\pi_u$  del intervalo  $\pi_l \leq \pi \leq \pi_u$ , con un nivel de confianza de  $1 - \alpha$ , los límites inferior y superior se calculan de la siguiente manera:

$$\pi_l = [\pi + z^2 / 2n - z \sqrt{\pi(1-\pi)/n + z^2 / 4n^2}] / (1 + z^2 / n) \text{ (límite inferior)}$$

$$\pi_u = [\pi + z^2 / 2n + z \sqrt{\pi(1-\pi)/n + z^2 / 4n^2}] / (1 + z^2 / n) \text{ (límite superior)}$$

Donde  $z$  es  $z_{1-\alpha/2}$  cuantil de la distribución normal estándar.

La variable altura total fue medida en dos oportunidades. El análisis de la misma implicó calcular la diferencia de altura registrada entre las dos mediciones. El análisis de esta variable permitió cuantificar el crecimiento de los individuos medidos entre el daño ocasionado por la helada y la recuperación de la misma. El análisis de la variable se realizó por ensayo.

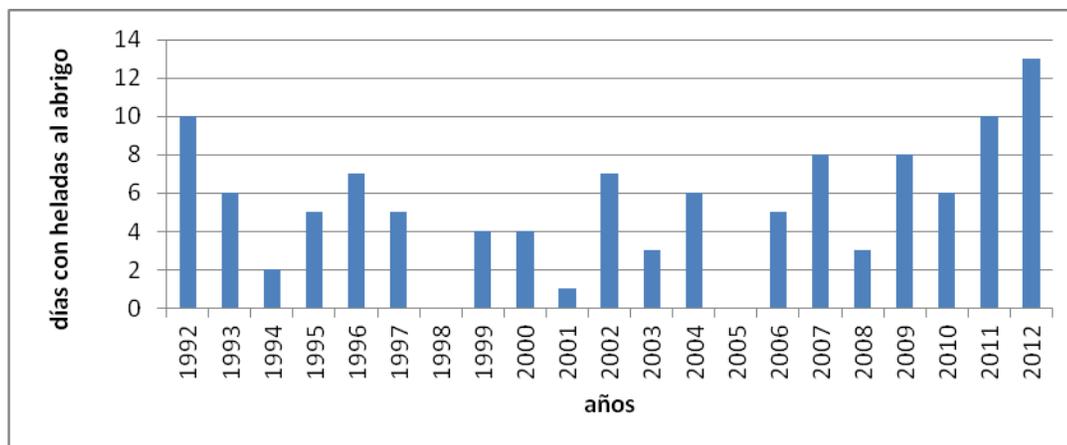
Debido al evento de heladas registrado se procede a identificar distintos grupos y a su agrupación para organizar la información en un análisis Clúster que permitirá la elaboración de un dendrograma. Para la realización del análisis Clúster se utiliza el método Ward, la distancia euclidiana, el procedimiento distance y clúster del paquete estadístico SAS versión 9.2 (SAS INSTITUTE, 2008).

A los efectos de encontrar las variables que más discriminan los grupos se utilizó el procedimiento stepdisc del mismo paquete estadístico y luego se caracterizaron los grupos a través de estadística descriptiva simple de las variables utilizadas para el análisis Clúster. La representación gráfica del agrupamiento permite la construcción del dendrograma (ver anexo No. 9).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 HELADAS REGISTRADAS

Figura No. 16. Registro de cantidad de días con heladas al abrigo meteorológico en Paysandú (1992-2012)



En la figura No. 16 se observa la cantidad de días con ocurrencia de heladas en años para una serie de años desde 1992 al 2012 en Paysandú. Durante el año 2012 se registró el mayor número de días con heladas alcanzando un total de 13 días. En segundo lugar, se distinguen los años 1992 y 2011 en los cuales se registraron 10 días con heladas en cada uno. En contraposición, en los años 1998 y 2005 no se registraron días con heladas (ver anexo No. 10)

#### 4.1.1 Registro de heladas año 2012

Durante el año 2012 según la información aportada por la Dirección Nacional de Meteorología, los 13 días de heladas registrados en Paysandú se representan en la figura No. 17. El registro más severo de heladas fue el día 7 de junio en el que se alcanzó una temperatura de 3,3 grados bajo cero.

Figura No. 17. Registro de heladas en Paysandú, año 2012

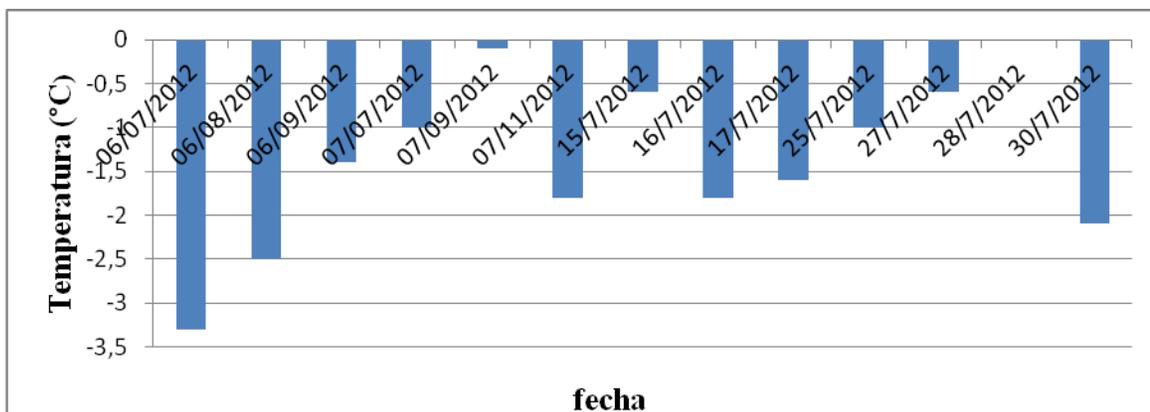
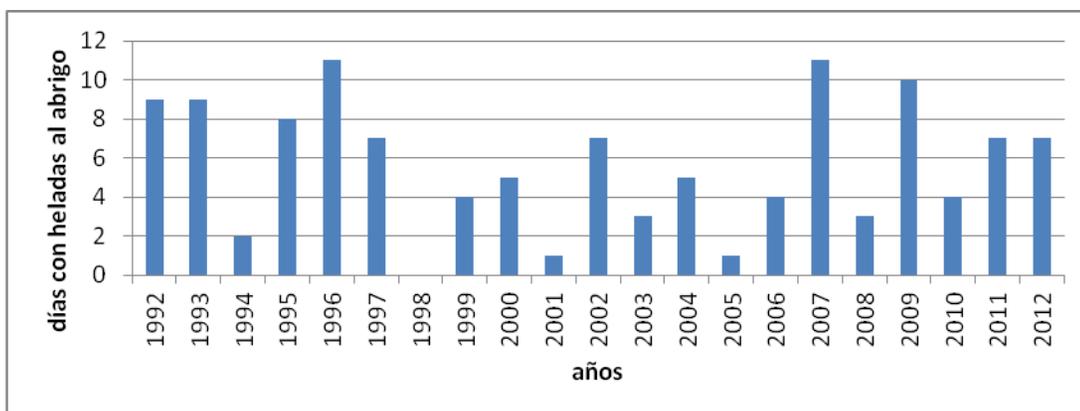
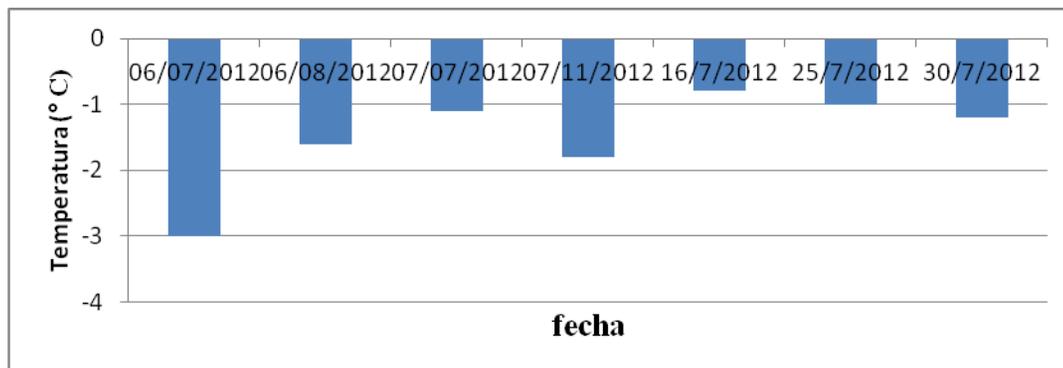


Figura No. 18. Registro de cantidad de días con heladas al abrigo meteorológico en Young (1992-2012)



En la figura No. 18 se observa la cantidad de días en con ocurrencia de heladas en años para una serie desde 1992 al 2012 en Young. En los años 1996 y 2007 se registraron el mayor número de heladas alcanzando un total de 11 días. En el año 2012 se registraron 7 días con heladas (ver anexo No. 10).

Figura No. 19. Registro de heladas en Young, año 2012



Durante el año 2012 según la información aportada por la Dirección Nacional de Meteorología, los 7 días de heladas registrados en Young se representan en la figura No. 19. El registro más severo de heladas fue el día 7 de junio en el que se alcanzó una temperatura de 3,0 grados bajo cero.

## 4.2 EVALUACIÓN POR ENSAYO

### 4.2.1. Daño por heladas

#### 4.2.1.1. Ensayo No. 284

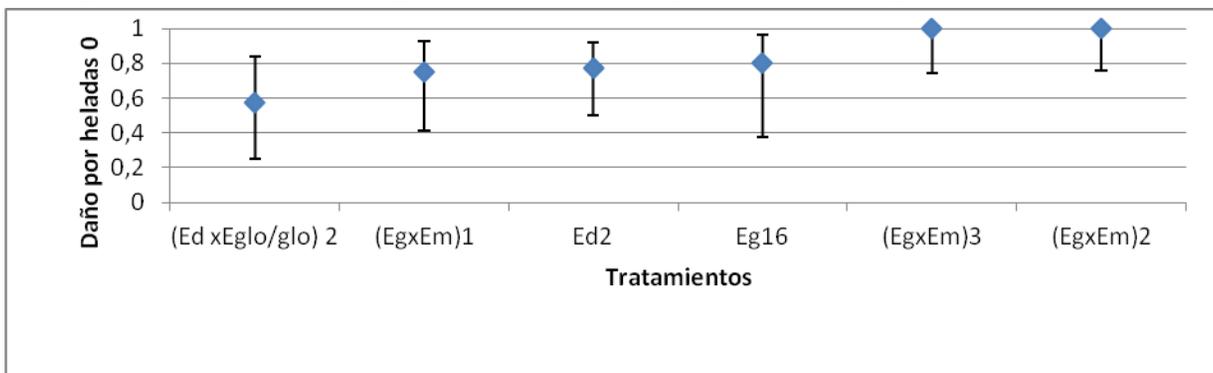
En el ensayo instalado en el establecimiento “La Vanguardia” fueron evaluados un total de 191 genotipos. Se encontraron materiales que presentaron daño por heladas correspondientes al daño “0”, “1”, “2-3”, “4-5” y “6-7” de la escala (ver anexo No. 11).

Los materiales identificados con daño por heladas “0” son individuos que presentaron muerte por congelamiento sin rebrote. Se identificaron 59 genotipos con daño por heladas “0” (ver anexo No.12).

Se realiza la representación gráfica de los materiales que resultaron 10% superior en el daño por heladas “0” de la escala de heladas modificada. Ver figura No. 20. Los genotipos identificados fueron:

- 3 *E.grandis* x *E.maidenii* (1, 2, 3)
- *Eucalyptus grandis* (16)
- *Eucalyptus dunnii* (2)
- *E.dunnii* x *E. globulus/globulus* (2)

Figura No. 20. Materiales que resultaron 10% superior en el daño por heladas “0”



En la figura No. 20 se representaron los 6 genotipos que resultaron 10% superior en el daño por heladas “0” en el ensayo No. 284. Los puntos graficados (color azul) corresponden a las probabilidades de presentar daño por heladas “0” estimadas con 95% de confianza. Las flechas hacia arriba y hacia abajo de los puntos graficados corresponden a los desvíos superior e inferior respectivamente de la estimación. Los desvíos se calculan con las siguientes fórmulas:

Desvío superior = Probabilidad estimada – límite inferior

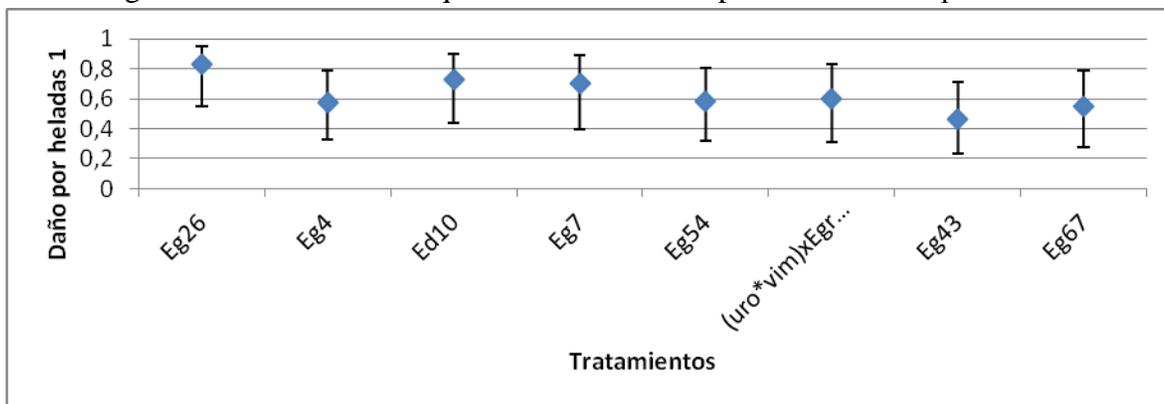
Desvío inferior = Límite superior – Probabilidad estimada

El daño por heladas “1” se caracteriza como planta muerta hasta el cuello pero rebrotando. Se identificaron 75 genotipos con daño por heladas “1” (ver anexo No.13).

Se realiza la representación gráfica de los materiales que resultaron 10% superior en el daño por heladas “1” de la escala de heladas modificada (ver figura No. 21). Los genotipos identificados fueron:

- 6 *Eucalyptus grandis* (4, 7, 26, 43, 54, 67)
- *Eucalyptus dunnii* (10)
- (*uro\*vim*) x *E.grandis* (1)

Figura No. 21. Materiales que resultaron 10% superior en el daño por heladas “1”

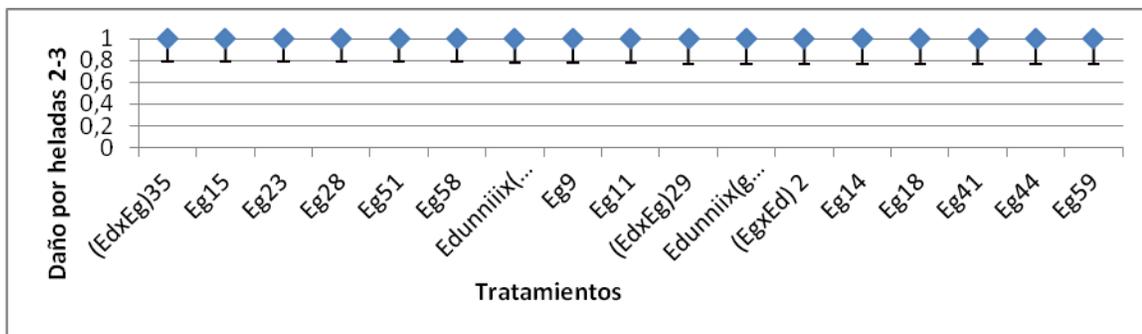


El daño por heladas “2-3” se caracteriza como daño en follaje, ramas y tallo (medio). Se identificaron 167 genotipos con daño por heladas “2-3” (ver anexo No. 14).

Se realiza la representación gráfica de los materiales que resultaron 10% superior en el daño por heladas “2-3” de la escala de heladas modificada (ver figura No. 22). Los genotipos identificados fueron:

- 12 *Eucalyptus grandis* (9, 11, 14, 15, 18, 23, 28, 41, 44, 51, 58, 59)
- 2 *Eucalyptus dunnii* x *Eucalyptus grandis* ( 29, 35)
- 2 *Eucalyptus dunnii* x (*gra* \* *dun*) ( 2,4)
- *Eucaluptus grandis* x *Eucalyptus dunnii* (2)

Figura No. 22. Materiales que resultaron 10% superior en el daño por heladas “2-3”

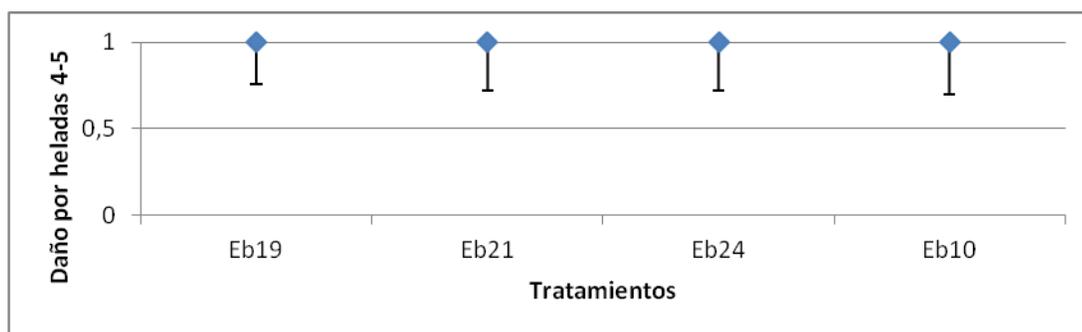


El daño por heladas “4-5” se caracteriza como daño en brotes terminales, follaje o ramas (leve). Se identificaron 34 genotipos con daño por heladas “4-5” (ver anexo No. 15).

Se realiza la representación gráfica de los materiales que resultaron 10% superior en el daño por heladas “4-5” de la escala de heladas modificada (ver figura No. 23). Los genotipos identificados fueron:

- 4 *Eucalyptus benthamii* (19, 21, 24, 10)

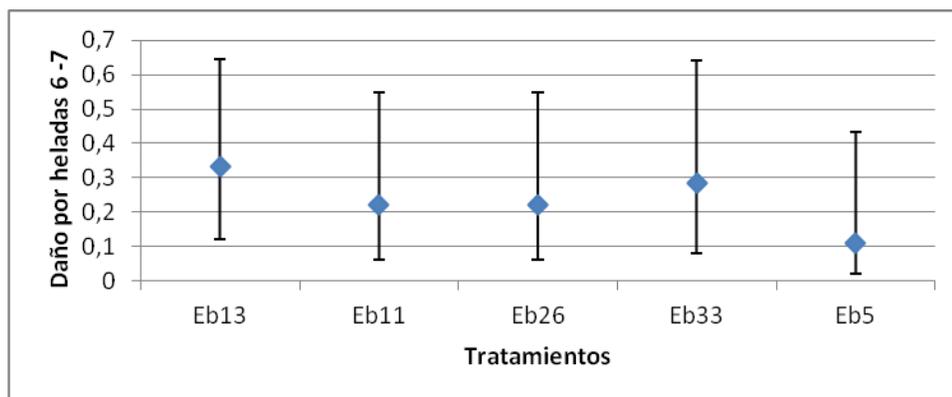
Figura No. 23. Materiales que resultaron 10% superior en el daño por heladas “4-5”



El daño por heladas “6-7” se caracteriza como daño en brotes terminales o follaje muy leve a fisiológica y físicamente sin daño (ver figura No. 24). Se identificaron 5 genotipos con daño por heladas “6-7”. Los genotipos identificados fueron:

- 5 *Eucalyptus benthamii* (13,11, 26, 33, 5)

Figura No. 24. Materiales que presentaron daño por heladas “6-7”



El ensayo No. 284 fue el más afectado por las heladas ocurridas en el año 2012. Se logró identificar al *Eucalyptus benthamii* como la especie que registró los menores niveles de daños por heladas “4-5” y “6-7” en el ensayo No. 284. Especialmente, se señalan los *E. benthamii* (5, 11, 13, 26, 33) ya que registraron daño “6-7” de la escala de

heladas modificada. Lo anterior indicaría que son los genotipos más tolerantes al daño por heladas en el ensayo No. 284.

En segundo lugar, se destacan por su buen comportamiento al daño por heladas los genotipos *E.dunnii* x *E.grandis* (26, 32, 34) y el *E.dunnii* x (*gra\*dun*) (5) en el ensayo No.284.

En contraposición, los genotipos que presentaron el peor comportamiento al daño por heladas en el ensayo No.284 fueron los *E.grandis* (4, 6, 7, 8, 12, 19, 21, 24, 29, 30, 32, 40, 42, 43, 48, 49, 50, 54, 60, 64, 66, 69, 70, 71, 76), los *E.dunnii* x *E. grandis* (2, 6, 20, 40, 44, 45, 46, 47), los *E.dunnii* (4, 8, 9, 11), los *E.grandis* x *E.maidenii* (1, 2, 3), el (*uro\*vim*)x*E.grandis*(2), el *E.dunnii* x (*gra\*dun*) (3) y los *E.dunnii* x *E.globulus/globulus* (1, 2) ya que presentaron daños por heladas “0” y “1”.

Debe señalarse que ninguno de los 76 *E.grandis* evaluados en el ensayo No. 284 presentaron niveles de daño “4-5” ni “6-7”. No obstante, sí registraron niveles de daño “0”, “1” y “2-3” lo que indica que el comportamiento de *E.grandis* fue desfavorable al daño por heladas en el ensayo No. 284.

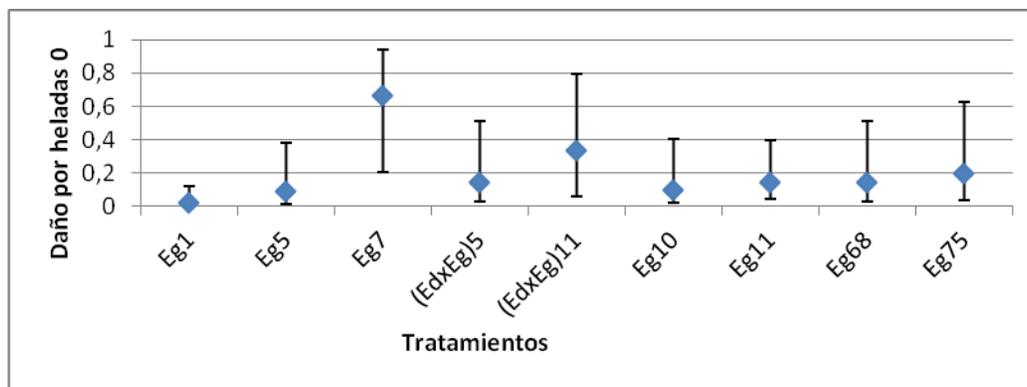
#### 4.2.1.2. Ensayo No. 285

En el ensayo instalado en el establecimiento “Santa Matilde” en la localidad de Piedras Coloradas, Paysandú fueron evaluados un total de 132 genotipos. Se encontraron materiales que presentaron daño por heladas correspondientes al daño “0”, “1”, “2-3”, “4-5” y “6-7” de la escala (ver anexo No. 11).

Se registraron 9 genotipos con daño por heladas “0” (ver figura No. 25).Estos genotipos fueron:

- 7 *Eucalyptus grandis* (1, 5, 7, 10, 11, 68, 75)
- 2 *Eucalyptus dunnii* x *Eucalyptus grandis* (5, 11)

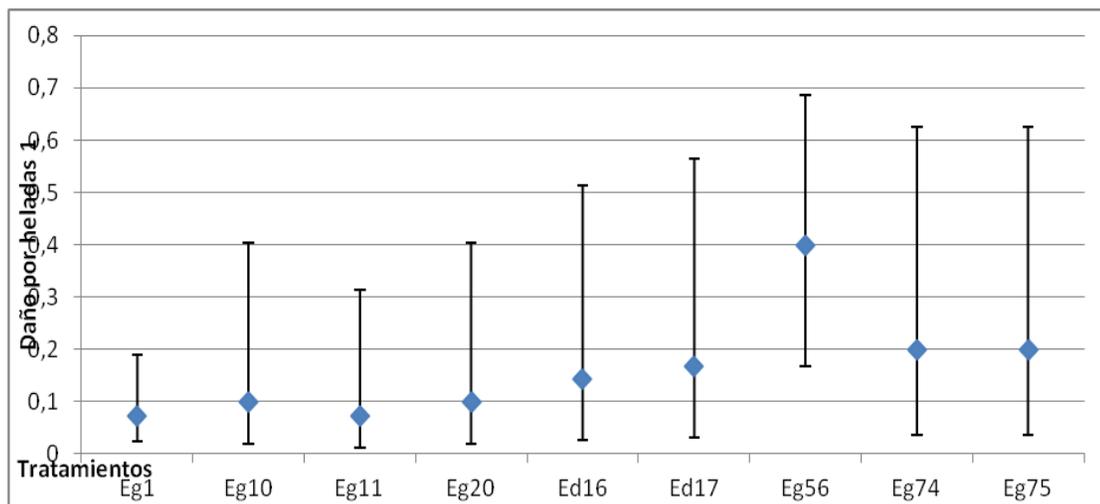
Figura No. 25. Materiales que presentaron daño por heladas “0”



Se registraron 9 genotipos con daño por heladas “1” (ver figura No.26). Los genotipos identificados fueron:

- 7 *Eucalyptus grandis* (1,10, 11, 20, 56, 74, 75)
- 2 *Eucalyptus dunnii* (16, 17)

Figura No. 26. Materiales que presentaron daño por heladas “1”

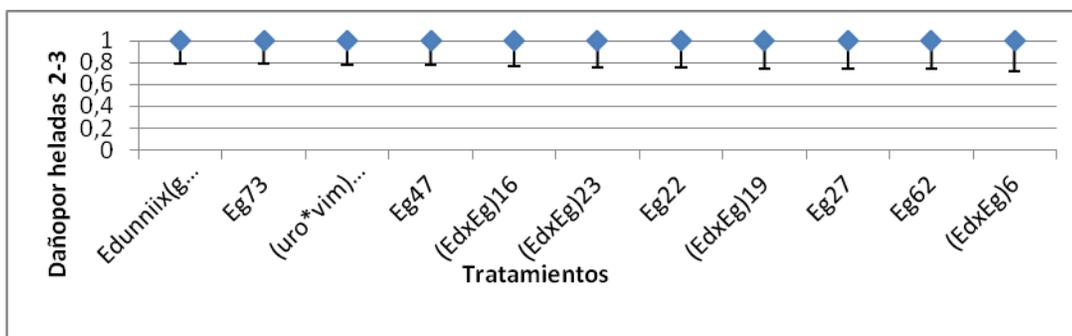


Se registraron 104 genotipos con daño por heladas “2-3” (ver anexo No.16). Se realiza la representación gráfica de los materiales que resultaron 10% superior en el daño por heladas “2-3” de la escala de heladas modificada (ver figura No. 27). Los genotipos identificados fueron:

- 5 *Eucalyptus grandis* (22, 27, 47, 62, 73)
- 4 *Eucalyptus dunnii* x *Eucalyptus grandis* (6, 16, 19, 23)

- *E. dunnii* x (*gra* \* *dun*) (2)
- (*uro* \* *vim*) x *E. grandis* (1)

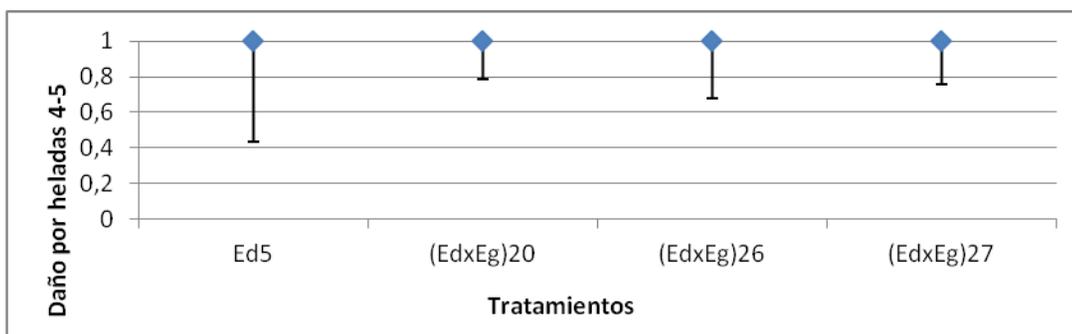
Figura No. 27. Materiales que resultaron 10% superior en el daño por heladas “2-3”



Se registraron 33 genotipos con daño por heladas “4-5” (ver anexo No.17). Se realiza la representación gráfica de los materiales que resultaron 10% superior en el daño por heladas “4-5” de la escala de heladas modificada (ver figura No. 28). Los genotipos identificados fueron:

- 3 *Eucalyptus grandis* (20, 26, 27)
- *Eucalyptus dunnii* (5)

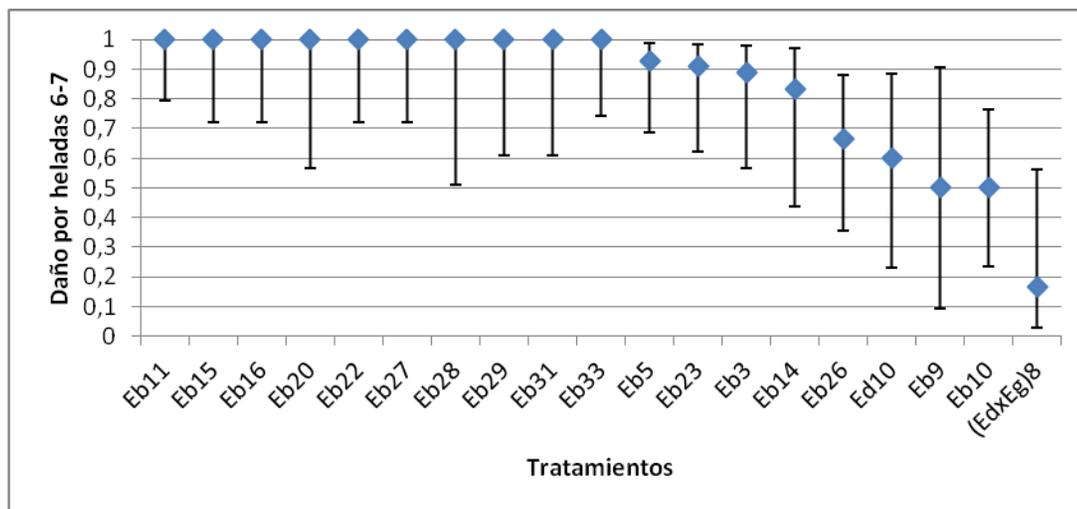
Figura No. 28. Materiales que resultaron 10% superior en el daño por heladas “4-5”



Se registraron 19 genotipos con daño por heladas “6-7” (ver figura No. 29). Los genotipos identificados fueron:

- 17 *E. benthamii* ( 3, 5, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 20, 22, 23, 26, 27, 28, 29, 31, 33)
- *Eucalyptus dunnii* x *Eucalyptus grandis* (8)
- *Eucalyptus dunnii* (10)

Figura No. 29. Materiales que presentaron daño por heladas “6-7”



La evaluación de daño por heladas en el ensayo No. 285 permitió destacar a la especie *E.benthamii* por su mejor comportamiento frente al daño por heladas en relación a los demás materiales evaluados en el ensayo. En primer lugar, se identificaron los *E.benthamii* (5, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 20, 22, 23, 26, 27, 28, 29, 31, 33). En segundo lugar, en el ensayo No. 285 se registraron el *E.dunnii* x *E.grandis* (8) y el *E.dunnii* (10) por su buen comportamiento frente al daño por heladas ocurridas en el año 2012.

Se señala que los genotipos *Eucalyptus grandis* (1, 10, 11, 75) presentaron los niveles de daño por heladas más severos de la escala, correspondientes a los puntos “0” y “1” de la escala de heladas modificada. Esto indicaría que fueron los genotipos más susceptibles al daño por heladas en el ensayo No. 285. Luego, se destacaron los *E.dunnii* x *E.grandis* (5, 11) junto a los *E.grandis* (1, 10, 11, 75) como los genotipos de peor comportamiento por presentar daño por heladas “0” en el ensayo No. 285.

#### 4.2.1.3. Ensayo No. 286

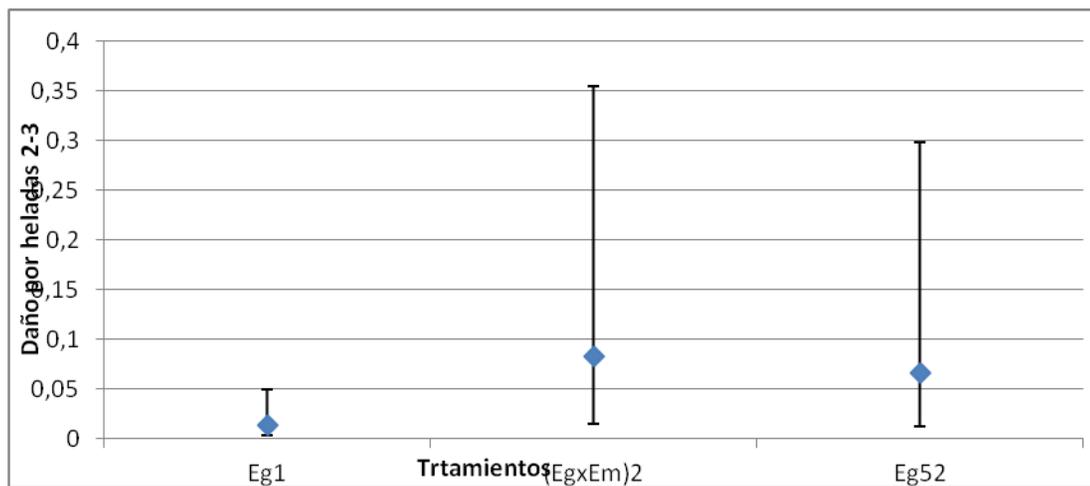
En el ensayo instalado en el establecimiento “El Chajá” en la localidad de Viraroos, Río Negro, fueron evaluados un total de 84 genotipos.

Los materiales evaluados en “El Chajá” no presentaron daño “0” ni daño “1” de la escala de heladas modificada. Sin embargo, sí se registraron materiales con daño “2-3”, “4-5” y “6-7” de la escala (ver anexo No. 11).

Se identificaron 3 genotipos con daño por heladas “2-3” (ver figura No. 30). Los genotipos identificados fueron:

- 2 *Eucalyptus grandis* (1,52)
- *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus maidenii* (2)

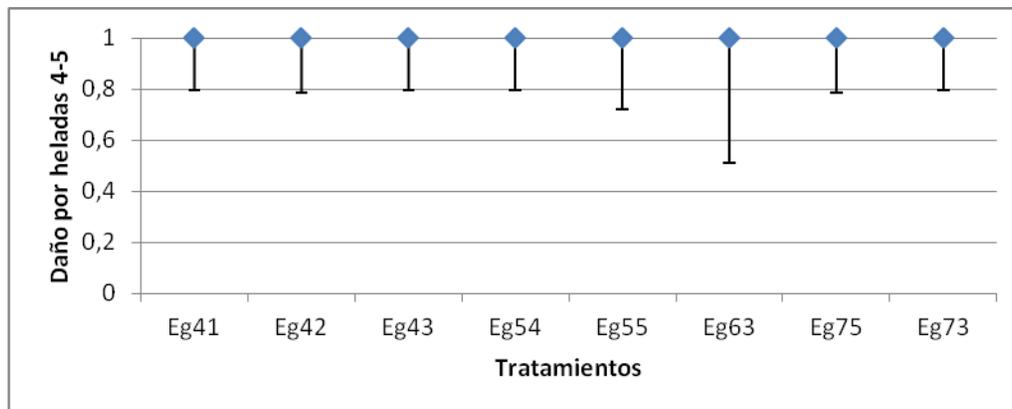
Figura No. 30. Materiales que presentaron daño por heladas “2-3”



Se identificaron 79 genotipos con daño por heladas “4-5” (ver anexo No. 18). Se realiza la representación gráfica de los materiales que resultaron 10% superior en el daño por heladas “4-5” de la escala de heladas modificada (ver figura No. 31). Los genotipos identificados fueron:

- 8 *Eucalyptus grandis* (41, 42, 43, 54, 55, 63, 75, 73)

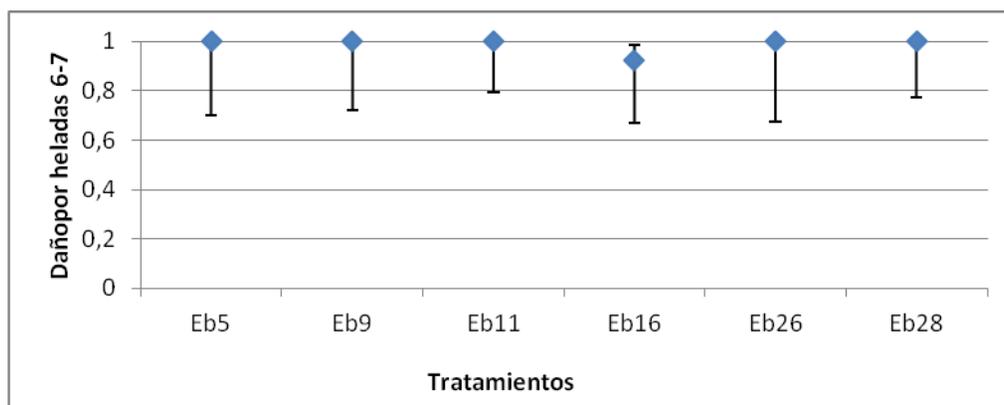
Figura No. 31. Materiales que resultaron 10% superior en el daño por heladas “4-5”



Se identificaron 57 genotipos con daño por heladas “6-7” (ver anexo No. 19). Se realiza la representación gráfica de los materiales que resultaron 10% superior en el daño por heladas “6-7” de la escala de heladas modificada (ver figura No. 32). Los genotipos identificados fueron:

- 6 *Eucalyptus benthamii* (5, 9, 11, 16, 26 y 28)

Figura No. 32. Materiales que resultaron 10% superior en el daño por heladas “6-7”



En el ensayo No. 286 no se registraron materiales con daños por heladas “0” ni “1”. Por consiguiente, es posible afirmar que el ensayo No. 286 fue el menos afectado por las heladas del año 2012.

Los *E. benthamii* (5, 9, 11, 14, 16, 23, 26, 28) evaluados en el ensayo No. 286 registraron daño por heladas “6-7” y se destacaron favorablemente frente a los demás materiales evaluados. Si bien en el ensayo No. 286 los materiales evaluados no se vieron afectados por las heladas en comparación con los ensayos No. 284 y 285, los *E. benthamii* evaluados se destacaron en el ensayo No. 286 por su gran porte.

Los *E. grandis* (1 y 52) y el *E. grandis* x *E. maidenii* (2) fueron los genotipos más afectados en el ensayo No. 286 ya que registraron daño por heladas “2-3”.

#### 4.2.1.4. Caracterización de los ensayos según ocurrencia de heladas

En el departamento de Paysandú se registraron 13 heladas durante el año 2012 mientras que en Young se registraron únicamente 7 heladas en el mismo año (ver anexo No. 10).

Las temperaturas mínimas alcanzadas no difieren considerablemente entre los sitios ya que en Paysandú el menor registro fue de -3,3 °C y en Young fue de -3,0° C.

La temperatura máxima registrada en Paysandú fue de 20,3° C y de 18,7° C en Young, generándose una amplitud térmica de 23,6° C en Paysandú y de 21,7° C en Young.

El ensayo instalado en el establecimiento “La Vanguardia” (No. 284) ubicado en el departamento de Paysandú resultó ser el sitio más afectado debido a que los individuos evaluados registraron los daños más severos (daños por heladas “0” y “1”). En primer lugar se señala que los materiales no registraron capacidad de recuperación al daño. En segundo lugar, se señala que los materiales evaluados en este ensayo presentaron menor crecimiento al momento de ocurridas las heladas con respecto a los materiales evaluados en los ensayos No.285 y 286. El mayor daño registrado en este ensayo podría estar relacionado al hecho de que el ensayo No. 284 fue el último ensayo plantado.

En contraposición, el ensayo instalado en el establecimiento “El Chajá” (No. 286) ubicado en Río Negro, resultó ser el sitio menos afectado por las heladas del año 2012 ya que no se registraron materiales con daños por heladas “0” ni “1”.

Los materiales evaluados en el establecimiento “Santa Matilde” (No. 285), ubicado en el departamento de Paysandú, resultaron menos afectados al daño por heladas en comparación con los materiales evaluados en “La Vanguardia” (No. 284). En tanto, los materiales evaluados en “Santa Matilde” (No. 285) registraron un mayor daño por heladas en relación a los materiales evaluados en “El Chajá” (No. 286). El ensayo No. 285 fue el primer ensayo plantado. Los individuos del ensayo No. 285 presentaron mayor crecimiento en el momento de ocurridas las heladas lo que explicaría su mejor comportamiento al daño por heladas en comparación al ensayo No. 284.

En conclusión, al mayor número de heladas anuales registradas entre los sitios, teniendo en cuenta la ocurrencia de casi el doble de heladas en Paysandú que en Young, se suma la mayor amplitud térmica registrada en Paysandú. La combinación de factores citados contribuye a explicar las diferencias en la severidad de los daños registrada en los ensayos. A partir de los distintos regímenes de heladas registrados, surge notoriamente la caracterización de los ensayos.

El análisis realizado de los sitios guarda relación con lo expuesto por Prado (1991), Robinson et al. (1992), Prado, citado por Balmelli (1993), Higa et al. (1994). Grandes diferencias en la amplitud de la oscilación térmica (15 o 20° C) como ocurre frecuentemente en heladas muy tempranas o muy tardías provocan daños mayores (Prado, 1991). Si los eucaliptus son expuestos gradualmente a bajas temperaturas en otoño e invierno temprano, los mismos van a resistir más eficientemente a las bajas

temperaturas que si fueran expuestos a variaciones bruscas de temperatura antes de que ocurra cualquier proceso de aclimatación (Robinson et al.,1992). Las temperaturas más bajas se dan a nivel del suelo. Por lo tanto las plantas más jóvenes o mal desarrolladas estarán más expuestas al frío y sufrirán daños mayores. El daño es mayor cuando la planta se encuentra en activo crecimiento (Prado, citado por Balmelli, 1993).Higa et al. (1994) señalan que las temperaturas registradas en los días previos a la ocurrencia de heladas son un factor determinante de la severidad del daño.

#### 4.2.1.5. Impacto de los regímenes de heladas según ensayos y especies

Teniendo en cuenta la severidad de las heladas ocurridas en el año 2012, el *Eucalyptus benthamii* se destaca como la especie de mejor comportamiento ya que no se registraron materiales con daño por heladas “0” en el ensayo No. 284. Tampoco se registraron materiales con daño por heladas “0” en los ensayos No. 285 y 286.

El *E.benthamii* presentó materiales con daño por heladas “6-7” (daño muy leve/sin daño) en los tres ensayos. En el ensayo No. 284 la mayoría de los materiales registraron daño por heladas “4-5” y exclusivamente un individuo presentó daño “1”. En los ensayos No. 285 y 286 la mayoría de los materiales registraron daño por heladas “6-7”.

De la totalidad de los *E.benthamii* evaluados se destaca la superioridad de los *E.benthamii* (5, 11, 13, 26) por su mejor comportamiento al daño por heladas. Los resultados concuerdan con Higa (1999), ICFR (2001), Gardner (2007), quienes sostienen que el *E.benthamii* posee una excepcional resistencia al frío resultando una buena alternativa comercial en sitios de alta incidencia de heladas pudiendo reemplazar plantaciones de *E. grandis* y *E. dunnii*.

Los 17 *Eucalyptus dunnii* evaluados en el presente trabajo presentaron gran variabilidad en su comportamiento al daño por heladas en los distintos ensayos. Los genotipos de peor comportamiento al daño por heladas fueron los siguientes (2, 3, 4, 8, 9, 11, 14, 15). Los de mejor comportamiento resultaron (1,10, 12, 13, 17).

Debe señalarse que los *E.dunnii* evaluados en el ensayo No. 284 presentaron daños por heladas “0” y “2-3”. En cuanto a los *E.dunnii* evaluados en el ensayo No. 285 se registraron daños por heladas “2-3” y “4-5”. Por último, en el ensayo No. 286 los materiales presentaron daños por heladas “4-5” y “6-7”.

Los resultados obtenidos concuerdan con Alliani et al. (1990), Higa et al. (1994) en tanto que el *E. dunnii* resultó ser susceptible a las heladas. Por otro lado,

Golfari (1985), da Silva et al. (2009), afirman que el *E.dunnii* resulta tolerante a temperaturas de  $-7,0^{\circ}\text{C}$  y  $-4,0^{\circ}\text{C}$  respectivamente, lo que discrepa con los resultados obtenidos en los ensayos No. 284 y 285.

Los 76 *Eucalyptus grandis* evaluados en el trabajo presentaron un distinto comportamiento al daño por heladas en los tres ensayos. En el ensayo No. 284 se registró un número significativo de materiales con daños por heladas “0” y “1”. En el ensayo No. 285 la mayoría de los individuos evaluados presentaron daño por heladas “2-3”. Sin embargo, en el ensayo No. 286 los individuos registraron daños “4-5” y “6-7”.

Lo anteriormente expuesto permite corroborar la ocurrencia de distintos regímenes de heladas registrados en cada uno de los ensayos y el comportamiento diferencial de *E. grandis*. También es necesario señalar que dentro de cada especie, según las condiciones ambientales de la zona de origen y principalmente en aquellas con una amplia área de distribución natural, existen importantes diferencias de adaptación al frío (Wilcox, Alliani y Gea, Rockwood y Meskimen, Prado, citados por Balmelli, 1993).

También se han encontrado para una especie y un origen determinado, diferencias entre familias (progenies) y entre individuos en cuanto a la resistencia al frío (Fomin, Poduje, Wilcox, Rockwood y Meskimen, Marco, citados por Balmelli, 1993). Las diferencias individuales para esta característica han sido corroboradas en ensayos de clones de *E.grandis* (Rockwood, citado por Balmelli, 1993).

En términos generales, *E.grandis* (51) se destacó por su comportamiento superior frente al daño por heladas en relación al resto de los materiales evaluados. Luego, se destacaron los *E.grandis* (9, 14, 15, 18, 22, 23, 25, 27, 28, 33, 38, 41, 44, 45, 47,59, 62, 63). En contraposición, los *E.grandis* (7,10) presentaron la mayor susceptibilidad al daño por heladas debido a que registraron daño “0” en dos ensayos.

En la literatura se han encontrado autores que discrepan acerca del comportamiento de *E.grandis* a las bajas temperaturas. El daño por heladas “0” registrado en los ensayos No. 285 y 286 no concuerda con los resultados presentados por Caron et al. (2011) en su estudio realizado en Rio Grande do Sul en el cual se registró 100% de supervivencia. Por otro lado, los resultados presentados en este trabajo concuerdan con los resultados del estudio de Golfari (1985) en el cual se señala que los *E.grandis* se vieron afectados por bajas temperaturas.

Los 50 *Eucalyptus dunnii* x *Eucalyptus grandis* se caracterizaron por presentar amplia variabilidad en su comportamiento frente al daño por heladas ocurrido en los ensayos. En el ensayo No. 284 la mayoría de los materiales evaluados registraron daño por heladas “2-3”. Sin embargo, también se registraron materiales con daños “0”, “1” y “4-5”. En el ensayo No. 285 la mayoría de los materiales presentaron daño “2-3”. También se registraron materiales con daño “4-5” y dos materiales con daño “0”. Por último, en el ensayo No. 286 los *E. dunnii* x *E. grandis* presentaron daños “4-5” y “6-7”.

Como conclusión se destacan los *E. dunnii* x *E. grandis* (1, 12, 13, 16, 17) como los materiales más promisorios frente al daño por heladas. En contraposición, el *E. dunnii* x *E. grandis* (11) resultó ser el de peor comportamiento al daño por heladas (daño “0” en dos ensayos).

De los 5 *E. dunnii* x (*gra\*dun*) evaluados, únicamente el (2) fue evaluado en los tres ensayos. *E. dunnii* x (*gra\*dun*) (2) presentó daño por heladas “2-3” en los ensayos No. 284 y 285. En el ensayo No. 286 se registraron daños por heladas “4-5” y “6-7”.

Los 4 *E. dunnii* x (*gra\*dun*) evaluados en el ensayo No. 284 registraron daños “0”, “1”, “2-3” y “4-5”. Se destacó por su mejor comportamiento el *E. dunnii* x (*gra\*dun*) (5). Por último, los *E. dunnii* x (*gra\*dun*) (1,3) resultaron los más susceptibles al daño por heladas ya que ambos presentaron daño “0” en el ensayo No.284.

El *E. dunnii* x *E. globulus/globulus* (3) fue evaluado únicamente en el ensayo No. 284 y presentó daño por heladas “2-3”. Los *E. dunnii* x *E. globulus/globulus* (1,2) registraron daño “0” en el ensayo No. 284. El *E. dunnii* x *E. globulus/globulus* (2) presentó daño “2-3” en el ensayo No. 285 y daño “4-5” en el ensayo No. 286. Por lo tanto, el *E. dunnii* x *E. globulus/globulus* (3) se destaca por su mejor comportamiento al daño por heladas.

Los 3 *E. grandis* x *E. maidenii* evaluados en el ensayo No. 284 registraron daño por heladas “0”, mientras que presentaron daño “2-3” en el ensayo No. 285. Por último, los materiales registraron daños “2-3” y “4-5” en el ensayo No. 286. Como conclusión, los *E. grandis* x *E. maidenii* evaluados resultaron susceptibles al daño por heladas únicamente en el ensayo No.284.

Los *E. grandis* x *E. dunnii* (1,2) evaluados exclusivamente en el ensayo No. 284 presentaron daño por heladas “2-3”. No se registró una diferencia significativa entre los materiales en cuanto a su comportamiento. Debe señalarse que los *E. grandis* x *E. dunnii*

no registraron daño “0” ni “1” en el ensayo lo que permite concluir que su comportamiento fue aceptable.

El genotipo (*uro\*vim*) x *E. grandis* (1) evaluado en los ensayos No. 284 y 285 presentó daños por heladas “1” y “2-3” en el ensayo No. 284, mientras que en el ensayo No. 285 registró daño “2-3”. El genotipo (*uro\*vim*) x *E. grandis* (2) evaluado en los tres sitios presentó daños “0”, “1” y “2-3” en el ensayo No. 284, mientras que el ensayo No. 285 presentó daño “2-3”. Por último en el ensayo No. 286 el daño registrado fue “4-5”. En conclusión, (*uro\*vim*) x *E. grandis* (2) resultó el más susceptible al daño por heladas.

Los materiales *E. dunnii* x *E. globulus/globulus* (3), *E. dunnii* x *E. grandis* (46, 50), *E. dunnii* x (*gra\*dun*) (4,5) y *E. grandis* x *E. dunnii* (1, 2) evaluados únicamente en el ensayo No. 284 presentaron daño por heladas “2-3” con la excepción del *E. dunnii* x *E. grandis* (46) que presentó daño “1” como el daño más severo. Sería recomendable analizar el comportamiento de los genotipos mencionados con la excepción de *E. dunnii* x *E. grandis* (46) en futuras evaluaciones y en distintos ambientes ya que podrían resultar buenas alternativas comerciales en sitios de plantación donde se registren bajas temperaturas.

#### 4.2.2. Capacidad de recuperación al daño por heladas

##### 4.2. 2.1. Ensayo No. 284

Es necesario mencionar que el ensayo No. 284 ubicado en la localidad de Quebracho, Paysandú en el establecimiento “La Vanguardia” no presentó recuperación al daño por heladas registrado en el mes de junio del año 2012. Es por esto que las mediciones correspondientes a las variables capacidad de recuperación y de dominancia no fueron efectuadas en dicho ensayo.

##### 4.2.2.2. Ensayo No. 285

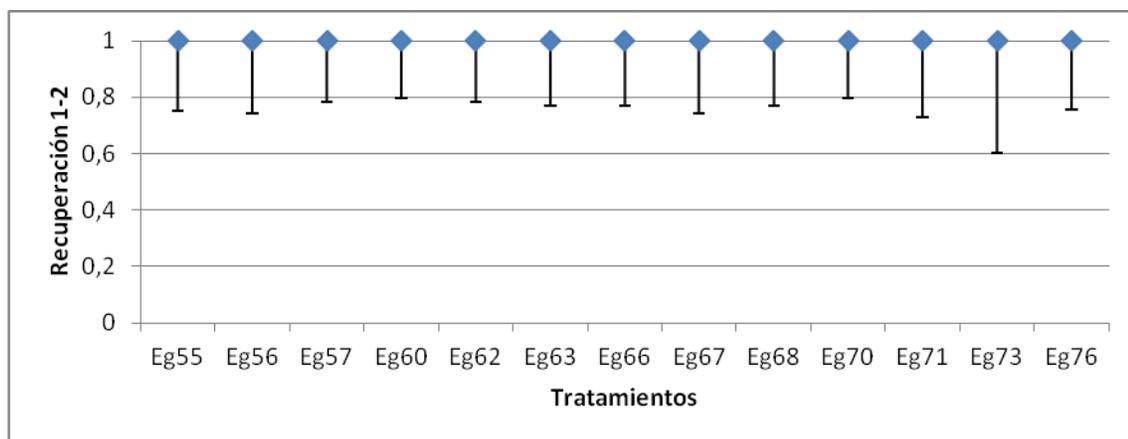
En el ensayo instalado en el establecimiento “Santa Matilde” se encontraron materiales que presentaron capacidad de recuperación al daño por heladas “1-2”, “3” y “4” de la escala modificada (ver anexo No. 20).

Los materiales identificados con capacidad de recuperación al daño por heladas “1-2” (mejor capacidad = excelente a buena) se caracterizan por presentar brotes vigorosos, estado general muy bueno a bueno. Se identificaron 129 genotipos con capacidad de recuperación al daño por heladas “1-2” (ver anexo No. 21).

Se realiza la representación gráfica de los materiales que resultaron 10% superior en la capacidad de recuperación al daño por heladas “1-2” de la escala modificada (ver figura No. 33). Los genotipos identificados fueron:

- 13 *Eucalyptus grandis* (55, 56, 57, 60, 62, 63, 66, 67, 68, 70, 71, 73, 76)

Figura No. 33. Materiales que resultaron 10% superior en la recuperación “1-2” al daño por heladas

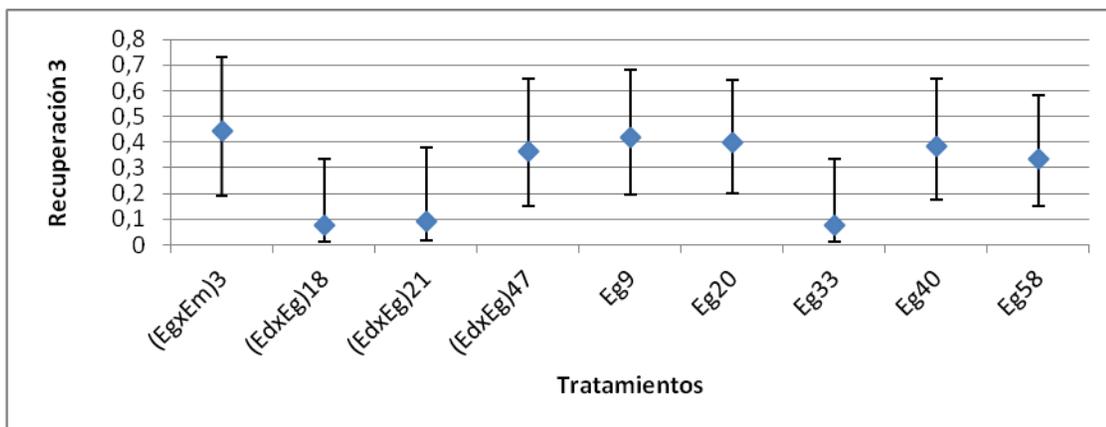


Los genotipos mencionados son los que presentaron el mayor grado de recuperación frente al daño por heladas en el ensayo No. 285.

Los materiales identificados con capacidad de recuperación al daño por heladas “3” (capacidad media) se caracterizan por presentar brotes poco vigorosos, aspecto general desramado. Se identificaron 9 genotipos con capacidad de recuperación al daño por heladas “3” (ver figura No. 34). Estos genotipos fueron:

- 5 *Eucalyptus grandis* (9, 20, 33, 40, 58)
- 3 *Eucalyptus dunnii* x *Eucalyptus grandis* (18, 21, 49)
- *E. grandis* x *E. maidenii* (3)

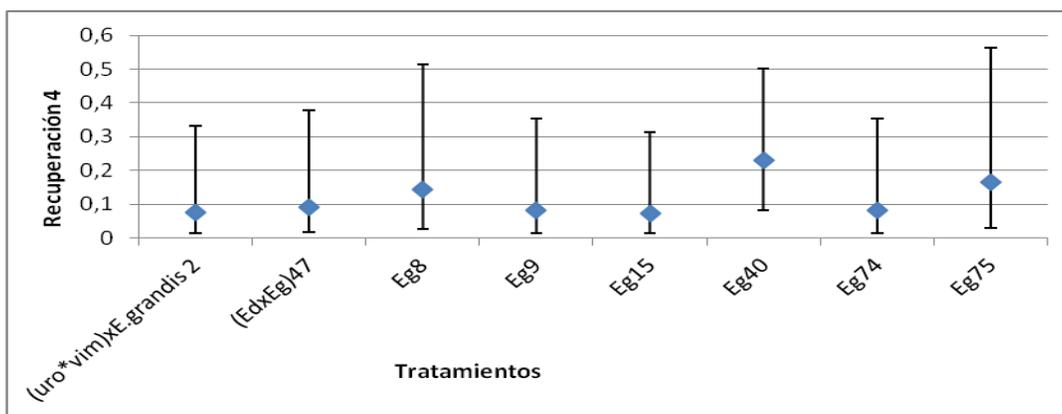
Figura No. 34. Materiales que presentaron recuperación al daño por heladas “3”



Los materiales identificados con capacidad de recuperación al daño por heladas “4” (peor capacidad) se caracterizan por presentar aspecto general muy desramado, poco vigor general. Se identificaron 8 genotipos con capacidad de recuperación al daño por heladas “4” (ver figura No. 35). Estos genotipos fueron:

- 6 *Eucalyptus grandis* (8, 9, 15, 40, 74, 75)
- (*uro* \* *vim*) x *E.grandis* (2)
- *E.dunnii* x *E.grandis* (47)

Figura No. 35. Materiales que presentaron recuperación al daño por heladas “4”



A partir de los datos presentados es posible concluir que la mayoría de los genotipos evaluados en el ensayo No. 285 registraron exclusivamente una capacidad de recuperación al daño por heladas “1-2”. Sin embargo, se registraron materiales que presentaron capacidad de recuperación al daño por heladas “1-2”, “3” y “4”.

Los *E.grandis* (8, 9, 15, 40, 74, 75), el (*uro \* vim*) x *E.grandis* (2) y el *E.dunnii* x *E.grandis* (47) presentaron el peor grado de capacidad de recuperación (“4”) al daño por heladas en el ensayo No. 285. En cuanto a los *E.grandis* (9, 20, 33, 40, 58), los *E.dunnii* x *E.grandis* (18, 21, 47) y el *E.grandis* x *E.maidenii* (3) registraron capacidad de recuperación “3”. Por último, los *E.grandis* (9 y 40) y el *E.dunnii* x *E.grandis* (47) presentaron capacidad de recuperación “1-2”, “3” y “4”.

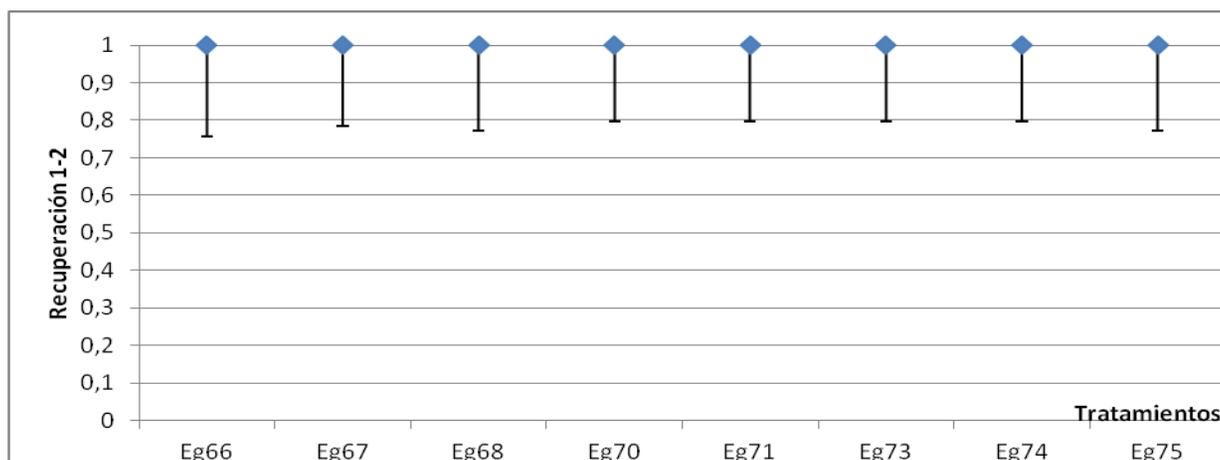
#### 4.2.2.3. Ensayo No. 286

Todos los materiales del ensayo No. 286 presentaron capacidad de recuperación al daño por heladas “1-2” de la escala modificada (ver anexo No. 22).

Se realiza la representación gráfica del 10% superior del total de individuos evaluados (ver figura No. 36). Los genotipos identificados fueron:

- 8 *Eucalyptus grandis* (66, 67, 68, 70, 71, 73, 74 y 75)

Figura No. 36. Materiales que resultaron 10% superior en la recuperación “1-2”

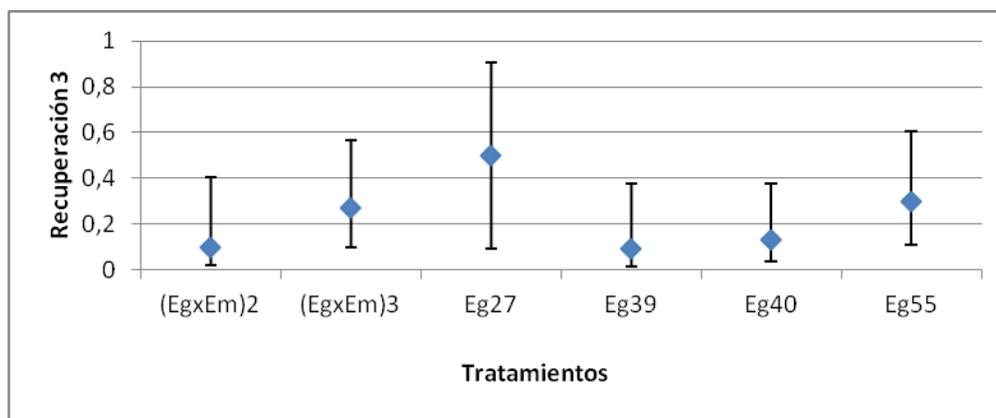


Los genotipos citados son los que presentaron el mayor grado de recuperación frente al daño por heladas ocurrido en el ensayo N° 286.

Se registraron 6 genotipos con capacidad de recuperación al daño por heladas “3” (ver figura No. 37). Los genotipos identificados fueron:

- 4 *Eucalyptus grandis* (27, 39, 40, 55)
- 2 *E. grandis* x *E. maidenii* (2, 3)

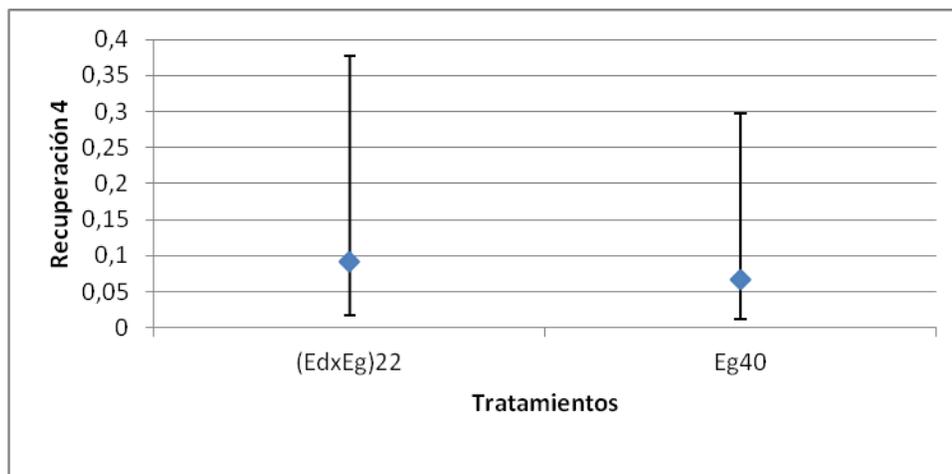
Figura No. 37. Materiales que presentaron recuperación al daño por heladas “3”



Se registraron 2 genotipos con capacidad de recuperación al daño por heladas “4” (ver figura No. 38). Estos genotipos fueron:

- *Eucalyptus dunnii* x *Eucalyptus grandis* (22)
- *Eucalyptus grandis* (40)

Figura No. 38. Materiales que presentaron recuperación al daño por heladas “4”



A partir de los datos presentados es posible concluir que la totalidad de los genotipos evaluados en el ensayo No. 286 registraron una capacidad de recuperación al daño por heladas “1-2”. Sin embargo, se registraron materiales que presentaron capacidad de recuperación al daño por heladas “1-2”, “3” y “4”.

El *E.grandis* (40) y el *E.dunnii x E.grandis* (22) presentaron el peor grado de capacidad de recuperación (“4”) al daño por heladas en el ensayo No. 286. En tanto los *E.grandis* (27, 39, 40, 55) y los *E.grandis x E.maidenii* (2,3) presentaron capacidad de recuperación “3”. Por último, el *E.grandis* (40) presentó capacidad de recuperación “1-2”, “3” y “4”.

#### 4.2.2.4. Análisis de la capacidad de recuperación de los materiales

La capacidad de recuperación de los materiales fue evaluada en los ensayos No. 285 y 286. En el ensayo No. 284 no se efectuó la medición de capacidad de recuperación, ya que los materiales no registraron recuperación al daño por heladas ocurridas en el año 2012.

En términos generales en el ensayo No. 285 se registró un mayor número de materiales con capacidad de recuperación al daño por heladas “3” y “4” con respecto al ensayo No. 286. Lo mencionado podría explicarse porque el ensayo No. 285 resultó más afectado por las heladas ocurridas en el año 2012.

Al comparar los materiales evaluados en los ensayos se observa que el *E.grandis* (40) y el *E.grandis x E.maidenii* (3) presentaron capacidad de recuperación “3” en ambos ensayos. Además, el *E.grandis* (40) presentó capacidad de recuperación “4” en ambos ensayos. Los *E.bentharii*, los *E.dunnii*, los *E.dunnii x E.globulus/globulus* y los *E.dunnii x (gra\*dun)* no registraron capacidad de recuperación “3” y “4” en los ensayos No. 285 y 286. Los genotipos mencionados presentaron capacidad de recuperación “1-2” en ambos ensayos.

Se explica la capacidad de recuperación de los materiales a través del siguiente análisis:

Los genotipos que presentaron capacidad de recuperación “3” en los ensayos No.285 y 286 son los siguientes:

- 7 *E. grandis* (9, 20, 27, 33, 39, 40, 55)
- 3 *E.dunnii x E.grandis* (18, 21, 47)
- 2 *E.grandis x E.maidenii* (2, 3)

Los genotipos que presentaron capacidad de recuperación “4” en los ensayos No.285 y 286 son los siguientes:

- 6 *E. grandis* (8, 9,15, 40, 74, 75)
- 2 *E.dunnii x E.grandis* ( 22, 47)
- (*uro \* vim*) *x E. grandis* (2)

En primer lugar, se distingue al *E.grandis* por su desfavorable capacidad de recuperación frente a los demás genotipos evaluados. Debe señalarse que el *E.grandis* (40) y el *E.dunnii x E.grandis* (47) pueden presentar capacidad de recuperación “3” y “4”. En segundo lugar, se ubican los *E.dunnii x E.grandis* pues se estima que en las mismas condiciones de evaluación pudieran registrar capacidad de recuperación “3” y/o “4”. En tercer lugar, el (*uro\*vim*) *x E. grandis* (2) presenta el peor grado de capacidad de recuperación (“4”). Por último, los *E.grandis x E.maidenii* (2, 3) presentaron capacidad de recuperación “3”.

A partir de los datos presentados fue posible identificar los genotipos que registraron capacidad de recuperación “3” y “4”. No fue posible establecer una relacion entre daño y capacidad de recuperación al daño de los materiales evaluados. Es por esto, que podría relacionarse la capacidad de recuperación al daño por heladas con el genotipo y no así con el daño sufrido.

#### 4.2.3. Capacidad de dominancia

##### 4.2.3.1. Ensayo No. 285

En el ensayo instalado en el establecimiento “Santa Matilde” se encontraron materiales que presentaron capacidad de dominancia “1”, “2-3” y “4” de la escala modificada (ver anexo No. 23).

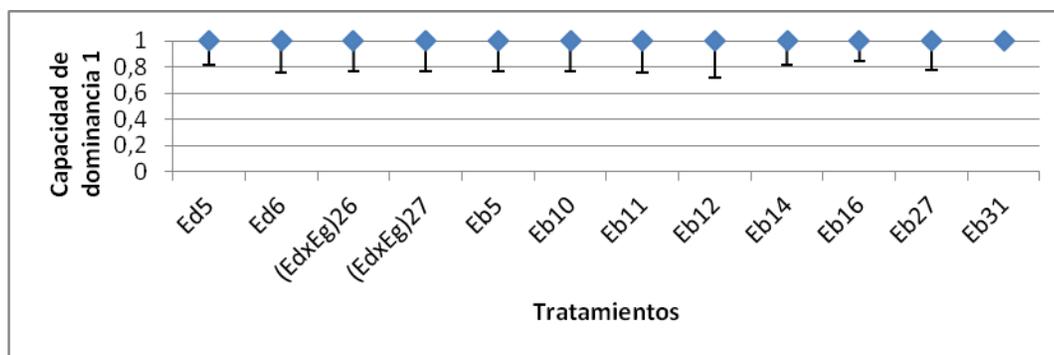
Los materiales identificados con capacidad de dominancia “1” (mejor grado de dominancia = excelente) son individuos que presentaron un único fuste sin competencia. Todos los 132 genotipos evaluados en el ensayo No. 285 presentaron capacidad de dominancia “1” con excepción de los genotipos:

- 2 *Eucalyptus grandis* (31, 75)
- 2 *Eucalyptus dunnii x Eucalyptus grandis* (11, 17)
- *E.grandis x E.maidenii* (2)

Se realiza la representación gráfica de los materiales que resultaron 10% superior en la capacidad de dominancia “1” de la escala modificada, se registraron 12 genotipos (ver figura No. 39). Los genotipos identificados fueron:

- 8 *Eucalyptus benthamii* (5, 10, 11, 12, 14, 16, 27, 31)
- 2 *Eucalyptus dunnii* (5, 6)
- 2 *Eucalyptus dunnii* x *Eucalyptus grandis* (26, 27)

Figura No. 39. Materiales que presentaron capacidad de dominancia “1”



Los materiales identificados con capacidad de dominancia “2-3” (dominancia buena a media) son individuos en los que se destaca la presencia de dos o tres fustes compitiendo.

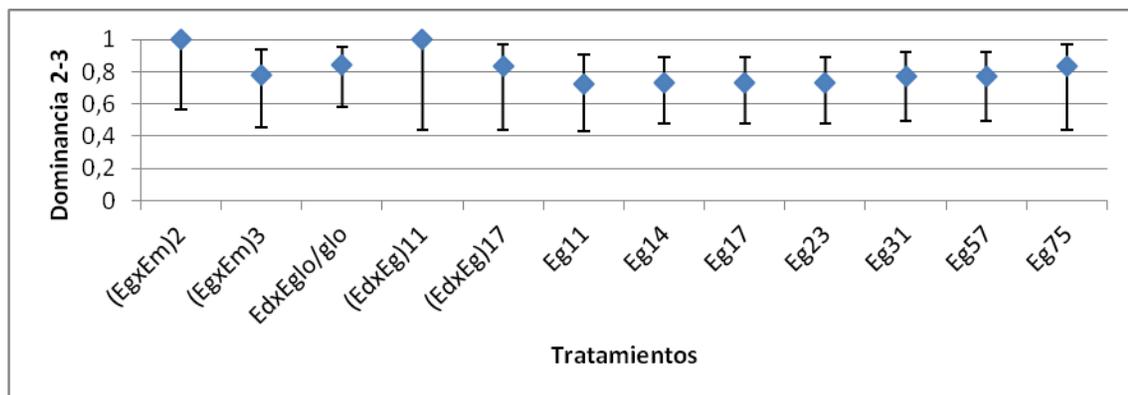
Todos los genotipos presentaron capacidad de dominancia “2-3” con excepción de los genotipos:

- 8 *Eucalyptus benthamii* (5, 10, 11, 12, 14, 16, 27 y 31)
- 2 *Eucalyptus dunnii* (5, 6)
- 2 *Eucalyptus dunnii* x *Eucalyptus grandis* (26, 27)

Se realiza la representación gráfica de los materiales que resultaron 10% superior en la capacidad de dominancia “2-3” de la escala modificada, se registraron 12 genotipos (ver figura No. 40). Los genotipos identificados fueron:

- 7 *Eucalyptus grandis* (11, 14, 17, 23, 31, 56 y 75)
- 2 *Eucalyptus dunnii* x *Eucalyptus grandis* (11,17)
- 2 *E.grandis* x *E.maidenii* (2, 3)
- *E.dunnii* x *E.globulus/globulus*

Figura No. 40. Materiales que resultaron 10% superior en la capacidad de dominancia “2-3”

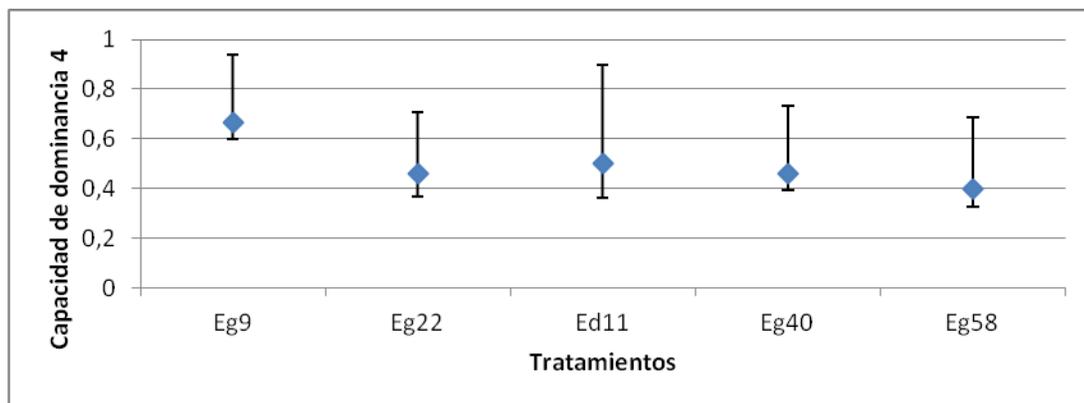


Los materiales identificados con capacidad de dominancia “4” (peor grado de dominancia) se caracterizan por la presencia de cuatro o más fustes compitiendo. Se registraron 54 genotipos con capacidad de dominancia “4” (ver anexo No. 24).

Se realiza la representación gráfica de los materiales que resultaron 10% superior en la capacidad de dominancia “4” de la escala modificada, se registraron 5 genotipos (ver figura No. 41). Los genotipos identificados fueron:

- 4 *Eucalyptus grandis* (9, 22, 40, 58)
- *Eucalyptus dunnii* (11)

Figura No.41. Materiales que resultaron 10% superior en la capacidad de dominancia “4”



Los *E. benthamii* (5, 10, 11, 12, 14, 16, 27,31), los *E. dunnii* (5,6) y los *E. dunnii* x *E. grandis* (26,27) registraron el mejor grado de dominancia en el ensayo No. 285 debido a que presentaron exclusivamente capacidad de dominancia “1”. Por lo tanto, en estos materiales es posible prescindir de intervenciones correctivas y de manejo.

Se reconoce el caso más severo de capacidad de dominancia en los genotipos que no presentaron dominancia “1” como los *E. grandis* (31,75), los *E. dunnii* x *E. grandis* (11, 17) y el *E. grandis* x *E. maidenii* (2). En cuanto a los *E. grandis* (31,75) y el *E. dunnii* x *E. grandis* (17) presentaron capacidad de dominancia “2-3” y “4”. Por último, el *E. dunnii* x *E. grandis* (11) y el *E. grandis* x *E. maidenii* (2) presentaron exclusivamente capacidad de dominancia “2-3”.

Se identificaron genotipos que presentaron individuos con capacidad de dominancia “1” y “2-3”. Sin embargo, no se identificaron genotipos que presentaron exclusivamente individuos con capacidad de dominancia “4”. Ésto resulta favorable ya que, obligatoriamente, en los materiales con dominancia “4” se deben realizar intervenciones con el fin de eliminar la competencia establecida entre los fustes.

Se destaca que ninguno de los 20 *E. benthamii* ni el *E. dunnii* x (*gra\*dun*) evaluados en el ensayo No. 285 registraron capacidad de dominancia “4”. Sin embargo, los 20 *E. benthamii* y el *E. dunnii* x (*gra\*dun*) sí registraron capacidad de dominancia “1” y “2-3”.

La mayoría de los genotipos evaluados presentaron capacidad de dominancia “1” y “2-3”. También, se identificaron materiales con capacidad de dominancia “1” y “4” exclusivamente. Otros genotipos presentaron individuos con todos los grados de dominancia “1”, “2-3” y “4”. Por último, se reconocieron materiales con grados “2-3” y “4” de dominancia.

#### 4.2.3.2 Ensayo No. 286

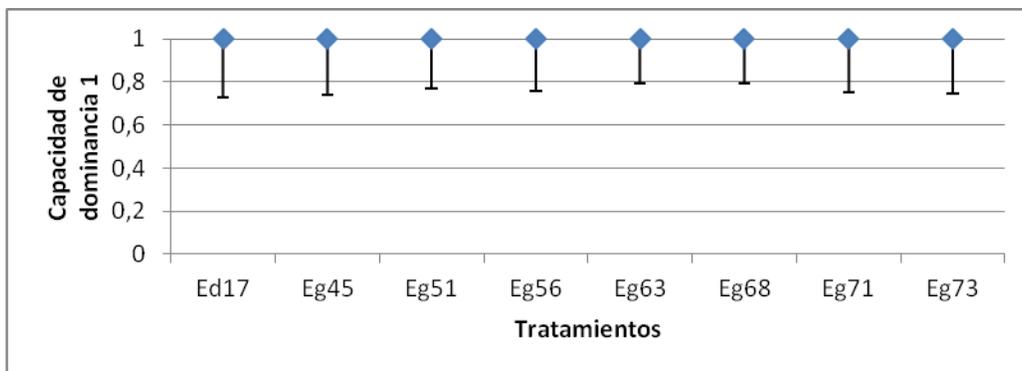
En el ensayo instalado en el establecimiento “El Chajá” en la localidad de Viraroes, Rio Negro fueron evaluados un total de 84 genotipos.

Los 84 genotipos evaluados en el ensayo No. 286 presentaron capacidad de dominancia “1” (ver anexo No. 25).

Se realiza la representación gráfica de los materiales que resultaron 10% superior en la capacidad de dominancia “1” de la escala modificada, se registraron 8 genotipos (ver figura No. 42). Los genotipos identificados fueron:

- 7 *Eucalyptus grandis* (45, 51, 56, 63, 68, 71, 73)
- *Eucalyptus dunnii* (17)

Figura No. 42. Materiales que resultaron 10% superior en la capacidad de dominancia “1”

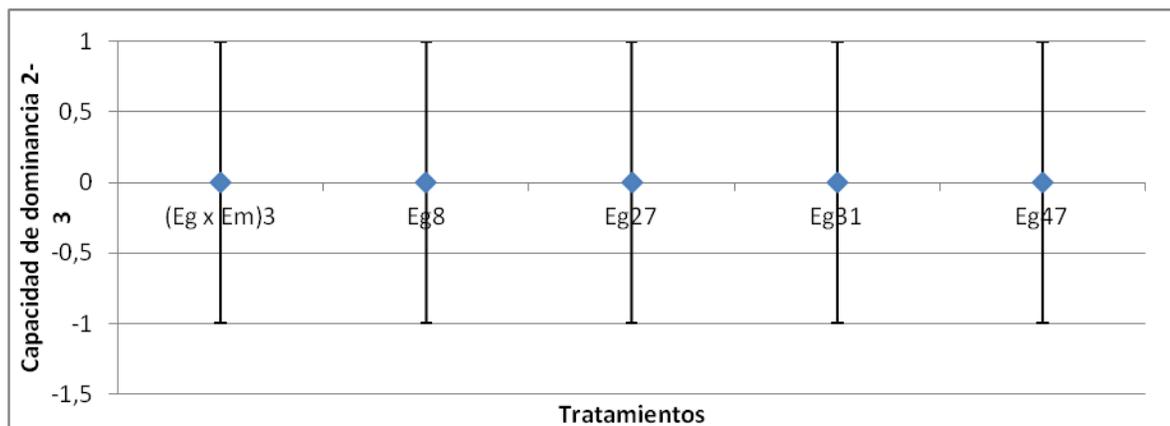


Se registraron 51 genotipos con capacidad de dominancia “2-3” (ver anexo No. 26).

Se realiza la representación gráfica de los materiales que resultaron 10% superior en la capacidad de dominancia “2-3” de la escala modificada, se registraron 5 genotipos (ver figura No. 43). Los genotipos identificados fueron:

- 4 *Eucalyptus grandis* (8, 27, 31, 47)
- *E. grandis* x *E. maidenii* (3)

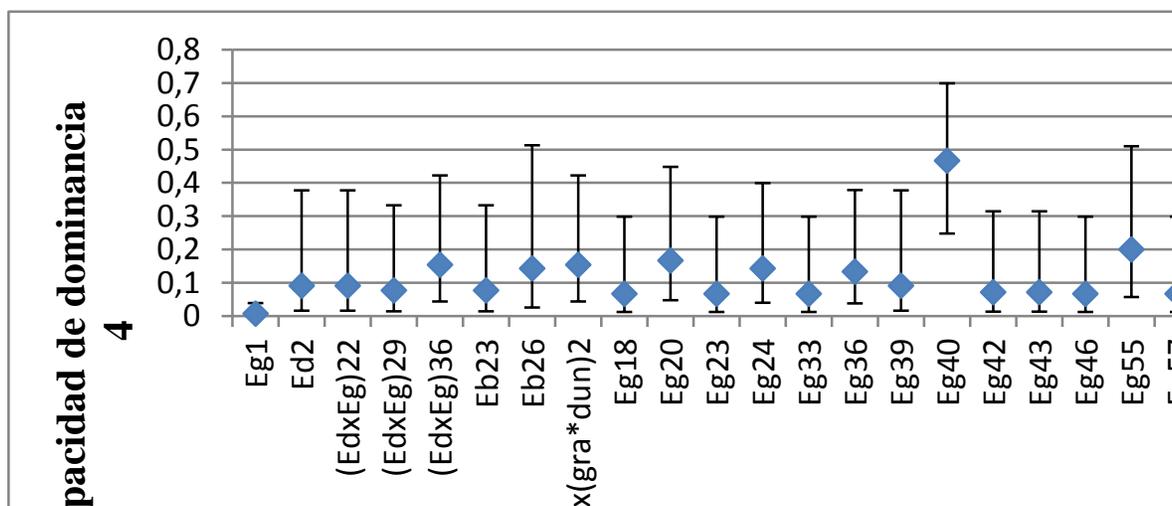
Figura No. 43. Materiales que resultaron 10% superior en la capacidad de dominancia “2-3”



Se registraron 27 genotipos con capacidad de dominancia “4” (ver figura No. 44). Los genotipos identificados fueron:

- 20 *E.grandis* (1,18,20, 23, 24,33,36,39,40,42,43,46,55,57,58,62, 67,70, 74, 75)
- 3 *Eucalyptus dunnii x Eucalyptus grandis* (22, 29, 36)
- 2 *Eucalyptus benthamii* (23, 26)
- *Eucalyptus dunnii* (2)
- *E.dunnii x (gra\*dun)*

Figura No.44. Materiales que presentaron capacidad de dominancia “4”



Los *E. grandis* (2, 5, 6, 21, 30, 45, 51, 56,63, 68, 71, 73), los *E.benthamii* (11, 14, 28), los *E.dunnii x E.grandis* (2,3,40), el *E.dunnii* (17), el *E.dunnii x E.globulus/globulus* y el (*uro\*vim*) *x E.grandis* registraron el mejor grado de dominancia en el ensayo No. 286 pues presentaron exclusivamente capacidad de dominancia “1”. En los materiales que presentaron capacidad de dominancia “1”, es posible prescindir de intervenciones correctivas y de manejo.

Los *E.grandis* (1, 18, 20, 23, 24, 33, 36, 39, 42, 43, 46, 57, 58, 62, 70, 74, 75), los *E.dunnii x E.grandis* (22,29,36), los *E.benthamii* (23, 26), el *E.dunnii* (2) y el *E.dunnii x (gra\*dun)* registraron los casos más severos de capacidad de dominancia en el ensayo No.286, pues presentaron capacidad de dominancia “4”. Los genotipos mencionados presentaron capacidad de dominancia “1”, “2-3” y “4”.

También fueron evaluados genotipos con dominancia “1” y “2-3”. Sin embargo, no se identificaron genotipos que presentaron exclusivamente individuos con capacidad de dominancia “4”. Esto es favorable ya que en los materiales con tal clasificación, obligatoriamente se deben realizar intervenciones con el fin de eliminar la competencia establecida entre los fustes.

Debe destacarse que ninguno de los 2 *E.grandis x E.maidenii*, el (*uro\* vim*) *x E.grandis* y el *E.dunnii x E.globulus/globulus* evaluados en el ensayo No. 286 registraron capacidad de dominancia “4”.

#### 4.2.3.3. Análisis de la capacidad de dominancia de los materiales

La capacidad de dominancia de los materiales fue evaluada en los ensayos No. 285 y 286. En el ensayo No. 284 no se efectuó la medición de capacidad de dominancia, ya que los materiales no registraron recuperación al daño por heladas ocurridas en el año 2012.

La capacidad de dominancia de los materiales determina la necesidad de realizar intervenciones correctivas y de manejo. A modo de ejemplo, la capacidad de dominancia “1” es excelente ya que se detecta la presencia de un único fuste y por consiguiente, no hay necesidad de realizar intervenciones correctivas evitando así un costo adicional al costo inicial de la plantación.

La situación más severa se reconoce en los materiales que presentaron capacidad de dominancia “4 “en los que se visualizan 4 fustes o más compitiendo entre sí. Para

eliminar la relación de competencia establecida entre los fustes es necesario realizar intervenciones correctivas y de manejo. La capacidad de dominancia "2-3" se presenta como una situación intermedia entre las anteriores descriptas.

A partir del análisis presentado en las secciones (4.2.3.1 y 4.2.3.2) se observan las siguientes diferencias entre la capacidad de dominancia de los materiales evaluados en los ensayos No. 285 y 286:

- Todos los genotipos evaluados en el ensayo No. 286 presentaron individuos con capacidad de dominancia "1". Sin embargo, no todos los genotipos del ensayo No. 285 presentaron individuos con capacidad de dominancia "1".
- Se registró un 30% más de materiales con dominancia "2-3" en el ensayo No. 285 con respecto al ensayo No. 286.
- Los *E.benthamii* y el *E.dunnii x (gra\*dun)* no presentaron capacidad de dominancia "4" en el ensayo No. 285. Sin embargo, algunos individuos de *E.benthamii* y *E.dunnii x (gra\*dun)* presentaron dominancia "4" en el ensayo No. 286.
- Los *E.grandis x E.maidenni* (2,3), el *(uro\*vim) x E.grandis* (2) y el *E.dunnii x E.globulus/globulus* (2) no presentaron capacidad de dominancia "4" en el ensayo No. 286. Sin embargo, sí presentaron capacidad de dominancia "4" en el ensayo No. 285.
- El *E.grandis* (31) presentó dominancia "2-3" y "4" en el ensayo No. 285. Mientras que en el ensayo No. 286 presentó dominancia "1" y "2-3".
- El *E.grandis* (75) presentó daños "2-3" y "4" en el ensayo No. 285. Mientras que en el ensayo No. 286 presentó daños "1", "2-3" y "4".
- Los *E.grandis* (1, 18, 24, 33, 39, 43, 46, 57), el *E.dunnii* (2) y los *E.dunnii x E.grandis* (22, 36) presentaron capacidad de dominancia "4" en el ensayo No. 286. Sin embargo, ninguno de los materiales mencionados presentaron capacidad de dominancia "4" en el ensayo No. 285.
- Algunos *E.grandis*, *E.dunnii x E.globulus/globulus*, *(uro\*vim) x E.grandis* presentaron exclusivamente capacidad de dominancia "1" en el ensayo No. 286. Sin embargo, no se identificaron genotipos con tal clasificación en el ensayo No. 285.
- En el ensayo No. 285 algunos genotipos presentaron individuos con capacidad de dominancia "2-3" y "4". Sin embargo, no se detectaron genotipos con individuos que presentaran capacidad de dominancia "2-3" y "4" en el ensayo No. 286.

Los casos en los que los materiales evaluados registraron peor grado de dominancia en el ensayo No. 285 en relación al No. 286, podrían explicarse porque el sitio No.285 fue el más afectado por las heladas ocurridas en el año 2012. Por consiguiente, la peor capacidad de dominancia estaría estrechamente relacionada con la respuesta de los materiales en su emisión de brotes frente al daño por heladas. A su vez, este hecho se explicaría como un mecanismo de defensa frente a un evento de estrés, que en este caso particular, se debe a la ocurrencia de heladas.

Los *E.grandis* (1, 18, 24, 33, 39, 43, 46, 57), los *E.dunnii x E.grandis* (22, 36), los *E.benthamii* (23, 26), el *E.dunnii* (2) y el *E.dunnii x (gra\*dun)* presentaron peor capacidad de dominancia (“4”) en el ensayo No.286. Esto podría relacionarse y explicarse por su propio genotipo, no así con los daños sufridos por los materiales ya que el ensayo No.286 fue el menos afectado por las heladas del año 2012.

Las similitudes en la capacidad de dominancia en los ensayos No. 285 y 286 fueron las siguientes:

- No se registraron genotipos que presentaran individuos exclusivamente con capacidad de dominancia “4” en ninguno de los ensayos evaluados.
- Los *E.benthamii* (11,14) presentaron capacidad de dominancia “1” exclusivamente en los ensayos No. 285 y No. 286.
- Los *E.grandis* (20, 23, 36, 40, 42, 55, 58, 62, 67, 70, 74) y el *E.dunnii x E.grandis* (39) presentaron capacidad de dominancia “1”, “2-3” y “4” en los ensayos No. 285 y 286.
- Los *E. grandis* (11, 35, 37, 41, 52, 53) y los *E.benthamii* (3, 16) presentaron capacidad de dominancia “1” y “2-3” en los ensayos No. 285 y 286.

La similitud en el comportamiento de los materiales mencionados en ambos ensayos se explicaría por su propio genotipo. Se destacaron los *E.benthamii* (11, 14) por presentar el mejor nivel de dominancia “1”. En estos materiales es posible prescindir de la realización de intervenciones correctivas y de manejo.

Como conclusión de la evaluación realizada en los ensayos No.285 y 286 queda demostrado que el genotipo *E.grandis* presentó la peor capacidad de dominancia (“4”). Debe señalarse que a una peor capacidad de dominancia se asocia un mayor número de fustes. Este análisis concuerda con Balmelli (1993) quien indica que el mecanismo de adaptación al frío del *E.grandis* sería el de un eficiente rebrote a partir de yemas epicórmicos, lo que si bien es deseable desde el punto de vista de la sobrevivencia, no lo es desde el punto de vista de la forma del árbol.

### 4.3 EVALUACIÓN DE DAÑO

#### 4.3.1 Materiales presentes en los tres ensayos

##### 4.3.1.1 Daño por heladas “0” (ver anexo No. 8).

No se identificaron genotipos que presentaran daño “0” en los tres ensayos.

Los genotipos que presentaron daño “0” en dos de los tres ensayos fueron:

- *Eucalyptus grandis* ( 7, 10)
- *Eucalyptus dunnii* x *Eucalyptus grandis* (11)

Los genotipos que presentaron daño “0” en uno de los tres ensayos fueron:

- 23 *E.grandis* (1, 5, 6, 8, 11, 12, 13, 17, 19, 21, 24, 29, 30, 40, 42 , 43, 54, 55,66, 68, 70, 71, 75)
- 4 *E.dunnii* x *E.grandis* (2, 6, 40,47)
- 2 *E.dunnii* (2, 3)
- 2 *E.grandis* x *E.maidenii* (2, 3)
- *E.dunnii* x *E. globulus/globulus* (2)
- (*uro* \* *vim*) x *E.grandis* (2)

Los genotipos que no presentaron daño “0” en ninguno de los tres ensayos fueron:

- 28 *E.grandis* (2, 15, 18, 21, 23,26,27,31,33, 35, 36, 37, 39, 41, 45, 46, 47, 51, 52, 53, 56, 57, 58, 62, 63, 67, 73, 74)
- 9 *E.dunnii* x *E.grandis* (3, 10, 14, 16, 21, 23, 29, 34, 36 )
- 7 *E.benthamii* (5, 11, 14, 16, 23, 26, 28)
- 2 *E.dunnii* (16, 17)
- *E.dunnii* x (*gra*\**dun*) (2)

##### 4.3.1.2 Daño por heladas “1”

No se identificaron genotipos que presentaran daño “1” en los tres ensayos.

Los genotipos que presentaron daño “1” en dos de los tres ensayos fueron:

- 4 *E.grandis* (1, 20, 74, 75)
- *E.dunnii* (16)

Los genotipos que presentaron daño “1” en uno de los tres ensayos fueron:

- 32 *E.grandis* (2, 5, 6, 8, 10,11,12,19, 21, 24 , 26, 29, 30, 31, 36, 37, 39, 40, 42, 43, 46, 52, 53, 54, 56, 57, 66, 67, 68, 70, 71, 73)
- 4 *E.dunnii* x *E.grandis* (2, 6, 21, 40)
- *E.dunnii* (17)
- (*uro\*vim*) x *E.grandis* (2)
- *E.benthamii* (28)

Los genotipos que no presentaron daño “1” en ninguno de los tres ensayos fueron:

- 16 *E.grandis* (13, 15, 17,18,23,27,33, 35, 41, 45, 47, 51, 55, 58, 62, 63)
- 11 *E.dunnii* x *E.grandis* (3, 10, 11, 14, 16, 22, 23, 29, 34, 36, 47)
- 7 *E.benthamii* (5, 9, 11, 14, 16, 23, 26)
- 2 *E.dunnii* (2, 3)
- 2 *E.grandis* x *E. maidenii* (2, 3)
- *E.dunnii* x *E. globulus/globulus* (2)
- *E.dunnii* x (*gra\*dun*) (2)

#### 4.3.1.3 Daño por heladas “2-3”

Los genotipos que presentaron daño “2-3” en los tres ensayos fueron:

- *E.grandis* (1, 52)

Los genotipos que presentaron daño “2-3” en dos de los tres ensayos fueron:

- 42 *E.grandis* (2,5, 6, 8, 10, 11, 12, 13,15, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 27, 29, 31, 33, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 45, 46, 47, 51, 53, 54, 56, 57, 62, 63, 67, 68, 70, 71, 73, 74, 75)
- 14 *E.dunnii* x *E.grandis* (2, 3, 6, 10, 11, 14, 16, 22, 23, 29, 34, 36, 40,47)
- 4 *E.dunnii* (2, 3, 16, 17)
- *E.grandis* x *E.maidenii* (2)
- *E.dunnii* x *E. globulus/globulus* (2)
- (*uro \* vim*) x *E.grandis* (2)
- *E.dunnii* x (*gra\*dun*) (2)

Los genotipos que presentaron daño “2-3” en uno de los tres ensayos fueron:

- 8 *E.grandis* (21, 26,30, 35, 43, 55, 58, 66)
- 2 *E.benthamii* (16, 23)
- *E.grandis* x *E.maidenii* (3)

Los genotipos que no presentaron daño “2-3” en ninguno de los tres ensayos fueron:

- 6 *E.benthamii* (5, 9, 11, 14, 26, 28)

#### 4.3.1.4 Daño por heladas “4-5”

Los genotipos que presentaron daño “4-5” en los tres ensayos fueron:

- 2 *E.dunnii* x *E.grandis* (34, 40)
- 2 *E.benthamii* (14, 23)

Los genotipos que presentaron daño “4-5” en dos de los tres ensayos fueron:

- 4 *E.dunnii* x *E.grandis* (14, 21, 29, 36)
- 3 *E.benthamii* (5,16, 26)
- 2 *E.dunnii* (3, 16)
- *E.grandis* (51)

Los genotipos que presentaron daño “4-5” en uno de los tres ensayos fueron:

- 50 *E.grandis* (1, 2, 5, 6, 8, 10 ,11 ,12 ,13 ,15 ,17 ,18 ,19 ,20 ,23 ,24, 26, 27 , 29, 30, 31, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 62, 63, 66, 67, 68, 70, 71, 73, 74, 75 )
- 8 *E.dunnii* x *E.grandis* (2, 3, 6, 10,11, 16, 22, 23, 47)
- 3 *E.benthamii* (9,11, 28)
- 2 *E.dunnii* (2,17)
- 2 *E.grandis* x *E.maidenii* (2,3)
- *E.dunnii* x *E.globulus/globulus* (2)
- (*uro\*vim*) x *E.grandis* (2)
- *E.dunnii* x (*gra\*dun*) (2)

No se encontraron genotipos que no presentaran daño “4-5” en ninguno de los tres ensayos.

#### 4.3.1.5 Daño por heladas “6-7”

Los genotipos que presentaron daño “6-7” en los tres ensayos fueron:

- 3 *E.benthamii* (5, 11, 26)

Los genotipos que presentaron daño “6-7” en dos de los tres ensayos fueron:

- 5 *E.benthamii* (9, 14, 16, 23, 28)

Los genotipos que presentaron daño “6-7” en uno de los tres ensayos fueron:

- 37 *E.grandis* (1,2,5 8,11,12,13,15,17, 18,23,24,26,29,30,33,35,36,37 39,40,45, 46,47,51,52,53,56,57,58,62,67,68,70,71,74,75)
- 7 *E.dunnii x E.grandis* (10, 16, 21, 29, 34, 36, 40)
- 3 *E.dunnii* (3,16,17)
- *E.dunnii x (gra\*dun)* (2)

Los genotipos que no presentaron daño “6-7” en ninguno de los tres ensayos fueron:

- 15 *E.grandis* (6,10,19,20,27,31,41,42,43,54,55,63,66,67,73)
- 7 *E.dunnii x E.grandis* (2, 3, 6,11, 14, 22, 23,47)
- 2 *E.grandis x E. maidenii* (2,3)
- *E.dunnii x E. globulus/globulus* (2)
- *E.dunnii* (2)
- (*uro \* vim*) *x E.grandis* (2)

Fueron evaluados 84 genotipos en los tres ensayos. A partir de los datos presentados en el análisis anterior es posible concluir:

- No se registraron genotipos con daño “0” en los tres ensayos. Sin embargo, se identificaron los *E.grandis* (7, 10) y el *E.dunnii x E.grandis* (11) como los materiales más susceptibles al daño por heladas ya que registraron daño “0” en dos ensayos.
- Los *E.grandis* (1, 20, 74, 75) y el *E.dunnii* (16) presentaron daño “1” en dos de los tres ensayos, indicando que el nivel de daño fue severo.
- Los *E.grandis* (1,52) registraron daño “2-3” en los tres ensayos lo que permite afirmar que esos materiales no presentaron interacción genotipo-ambiente. Es de esperar que en las mismas condiciones de evaluación se registre el mismo comportamiento.
- Los *E.dunnii x E.grandis* (34, 40) y los *E.benthamii* (14, 23) presentaron daño “4-5” en los tres ensayos. Estos materiales podrían seleccionarse para uso comercial en sitios de alto riesgo de heladas.
- Los *E.benthamii* (5, 11, 26) registraron daño “6-7” indicando que su comportamiento frente al daño por heladas fue excelente. Los materiales mencionados deberían ser incluidos en programas de mejoramiento genético que incluyan la característica resistencia al frío. Y también podrían utilizarse comercialmente en sitios de alto riesgo de heladas.

- Los *E.benthamii* (9, 14, 16, 23, 28) presentaron un excelente comportamiento al daño por heladas, pues registraron daño “6-7” en dos ensayos.

#### 4.3.2 Materiales presentes en dos ensayos (No. 284 y 285)

##### 4.3.2.1. Daño por heladas “0”

El genotipo que presentó daño “0” en los dos ensayos fue:

- *E.grandis* (7)

Los genotipos que presentaron daño “0” en uno de los dos ensayos fueron:

- 3 *E.grandis* (32, 60, 76)
- 3 *E.dunnii x E.grandis* (5, 20,45)
- 2 *E.dunnii* (11, 14)
- *E.grandis x E.maidenii* (1)
- *E.dunnii x E.globulus/globulus* (1)

Los genotipos que no presentaron daño “0” en ninguno de los dos ensayos fueron:

- 15 *E.dunnii x E.grandis* (1, 8, 13, 15, 17, 18, 19, 26, 27, 30, 39, 42, 43,48,49)
- 6 *E.grandis* (9, 14, 22, 25, 28,34 )
- 4 *E.benthamii* (3, 6, 10, 12)
- 3 *E.dunnii* (5, 6,10)
- (*uro\*vim*) *x E.grandis* (1)

##### 4.3.2.2. Daño por heladas “1”

No se identificaron genotipos que presentaran daño “1” en los dos ensayos.

Los genotipos que presentaron daño “1” en uno de los dos ensayos fueron:

- 6 *E.dunnii x E.grandis* (1, 13, 17, 18, 19, 20)
- 5 *E.grandis* (7, 32, 34, 60, 76)
- 4 *E.dunnii* (5, 6, 10, 11)
- (*uro\*vim*) *x E.grandis* (1)

Los genotipos que no presentaron daño “1” en ninguno de los dos ensayos fueron:

- 12 *E.benthamii* (3, 6, 10, 12, 15, 20, 22, 27, 29, 31, 32, 33)
- 12 *E.dunnii x E.grandis* (5, 8, 15, 26, 27, 30, 39, 42, 43,45,48,49)

- 5 *E.grandis* (9, 14, 22, 25, 28)
- *E.grandis* x *E.maidenii* (1)
- *E.dunnii* x *E.globulus/globulus* (1)
- *E.dunnii* (14)

#### 4.3.2.3. Daño por heladas “2-3”

Los genotipos que presentaron daño “2-3” en los dos ensayos fueron:

- 15 *E.dunnii* x *E.grandis* (1, 5, 8, 13, 15, 17, 18, 19, 30, 39, 42, 43,45,48,49)
- 10 *E.grandis* (7, 9, 14, 22, 25, 28, 32, 34, 60, 76)
- 4 *E.dunnii* (6, 10, 11, 14)
- 3 *E.benthamii* (6, 12, 32)
- *E.grandis* x *E.maidenii* (1)
- *E.dunnii* x *E.globulus/globulus* (1)
- (*uro\*vim*) x *E.grandis* (1)

Los genotipos que presentaron daño “2-3” en uno de los dos ensayos fueron:

- 3 *E.dunnii* x *E.grandis* (20, 26, 27)
- 3 *E.benthamii* (3, 22, 27)
- *E.dunnii* (5)

Los genotipos que no presentaron daño “2-3” en ninguno de los dos ensayos fueron:

- 6 *E.benthamii* (10, 15, 20, 29, 31,33)

#### 4.3.2.4. Daño por heladas “4-5”

Los genotipos que presentaron daño “4-5” en los dos ensayos fueron:

- *E.dunnii* x *E.grandis* ( 26)
- *E.benthamii* (10)
- *E.dunnii* (14)

Los genotipos que presentaron daño “4-5” en uno de los dos ensayos fueron:

- 11 *E.benthamii* (3, 6, 12, 15, 20, 22, 27, 29, 31, 32, 33)
- 10 *E.dunnii* x *E.grandis* (1, 8, 13, 15, 20, 27, 39, 42, 43,49)
- 5 *E.dunnii* (5, 6, 10, 11, 14)
- *E.grandis* (7)

Los genotipos que no presentaron daño “4-5” en ninguno de los dos ensayos fueron:

- 10 *E.grandis* (7, 9, 14, 22, 25, 28, 32, 34, 60, 76)
- 7 *E.dunnii x E.grandis* (5, 17, 18, 19,30, 45, 48 )
- *E.grandis x E maidenii* (1)
- *E.dunnii x E.globulus/globulus* (1)
- (*uro\*vim*) *x E.grandis* (1)

#### 4.3.2.5. Daño por heladas “6-7”

Los genotipos que presentaron daño “6-7” los dos ensayos fueron:

- *E.benthamii* (33)

Los genotipos que presentaron daño “6-7” en uno de los dos ensayos fueron:

- 8 *E.benthamii* (3, 10, 15, 20, 22, 27, 29, 31 )
- *E.dunnii* (10)
- *E.dunnii x E.grandis* (8)

Los genotipos que no presentaron daño “6-7” en ninguno de los dos ensayos fueron:

- 17 *E.dunnii x E.grandis* (1,5,13,15,17,18,19,20, 26, 27, 30, 39, 42, 43, 45, 48,49)
- 10 *E.grandis* (7, 9, 14, 22, 25, 28, 32, 34, 60, 76)
- 4 *E.dunnii* (5, 6, 11, 14)
- 3 *E.benthamii* ( 6, 12, 32)
- *E.grandis x E.maidenii* (1)
- *E.dunnii x E.globulus/globulus* (1)
- (*uro\*vim*) *x E.grandis* (1)

Fueron evaluados 48 genotipos en dos ensayos (No. 284 y 285). A partir de los datos presentados en el análisis anterior es posible concluir:

- El *E.grandis* (7) fue el más susceptible al daño por heladas ya que registró daño “0” en los dos ensayos.
- Los *E.grandis* (32, 60, 76), los *E.dunnii x E.grandis* (5, 20,45), los *E.dunnii* (11, 14), el *E.grandis x E.maidenii* (1) y el *E.dunnii x E.globulus/globulus* (1) fueron susceptibles al daño por helada ya que registraron daño “0” en uno de los ensayos.
- Los *E.dunnii x E.grandis* (1, 13, 17, 18, 19, 20), los *E.grandis* (7, 32, 34, 60, 76), los *E.dunnii* (5, 6, 10, 11) y el (*uro\*vim*) *x E.grandis* (1) resultaron susceptibles al daño por heladas ya que registraron daño “1” en los dos ensayos.

- Los *E.benthamii* (6, 12, 32) registraron daño “2-3” en los dos ensayos lo que indica que no se destacaron en su comportamiento al daño por heladas.
- El *E.benthamii* (33) fue el genotipo que presentó mayor tolerancia al daño por heladas ya que registró daño “6-7” en los dos ensayos.
- Los *E.benthamii* (3, 10, 15, 20, 22, 27, 29, 31), el *E.dunnii* (10) y el *E.dunnii x E.grandis* (8) fueron tolerantes al daño en uno de los ensayos evaluados ya que registraron daño por heladas “6-7”.

#### 4.3.3. Materiales presentes en un ensayo (No.284)

##### 4.3.3.1. Daño por heladas “0”

Los genotipos que presentaron daño “0” en el ensayo fueron:

- 5 *E.dunnii x E.grandis* (4, 12, 37, 41,44)
- 4 *E.grandis* (4, 16, 64, 69)
- 4 *E.dunnii* ( 4, 8, 9, 15)
- 2 *E.dunnii x (gra\*dun)* (1, 3)

Los genotipos que no presentaron daño “0” en el ensayo fueron:

- 14 *E.benthamii* (1, 2, 4, 6, 7, 8, 13, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 30)
- 12 *E.dunnii x E.grandis* (7, 9, 24, 25, 28, 31, 32, 33, 35, 38, 46, 50)
- 9 *E.grandis* (38, 44, 48, 49, 50, 59, 61, 65, 72)
- 4 *E.dunnii* (1, 7, 12, 13)
- *E.dunnii x E.globulus/globulus*
- 2 *E.dunnii x (gra\*dun)* (4, 5)
- 2 *E.grandis x E.dunnii* (1, 2)

##### 4.3.3.2. Daño por heladas “1”

Los genotipos que presentaron daño “1” en el ensayo fueron:

- 10 *E.grandis* (3, 4, 48, 49, 50, 61, 64, 65, 69, 72)
- 4 *E.dunnii* (4, 7, 8, 9)
- 3 *E.dunnii x E.grandis* (33, 41, 46)
- *E.dunnii x (gra\*dun)* (3)

Los genotipos que no presentaron daño “1” en el ensayo fueron:

- 14 *E.dunnii x E.grandis* ( 4, 7, 9, 12, 24, 25, 28, 31, 32, 35, 37, 38,44, 49)

- 13 *E.benthamii* (1, 2, 4, 7, 8, 13, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 30)
- 4 *E.grandis* (16, 38, 44, 59)
- 3 *E.dunnii* (1, 12, 13)
- 3 *E.dunnii x (gra\*dun)* (1, 4, 5)
- 2 *E.grandis x E.dunnii* (1, 2)
- *E.dunnii x E.globulus/globulus*

#### 4.3.3.3. Daño por heladas “2-3”

Los genotipos que presentaron daño “2-3” en el ensayo fueron:

- 17 *E.dunnii x E.grandis* (4,7,9,12,24,25,28,31,32, 33, 35, 37, 38, 41, 44,46,50)
- 14 *E.grandis* (3, 4, 16, 38, 44, 48, 49, 50, 59, 61, 64, 65, 69, 72)
- 8 *E.dunnii* (1, 4, 7, 8, 9, 12, 13, 15)
- 5 *E.benthamii* (4, 7, 8, 13, 18)
- 4 *E.dunnii x (gra\*dun)* (1, 3, 4, 5)
- 2 *E.grandis x E.dunnii* (1, 2)
- *E.dunnii x E.globulus/globulus*

Los genotipos que no presentaron daño “2-3” en el ensayo fueron:

- *E.benthamii* (1, 2, 17, 19, 21, 24, 25, 30)

#### 4.3.3.4. Daño por heladas “4-5”

Los genotipos que presentaron daño “4-5” en el ensayo fueron:

- 12 *E.benthamii* (1, 2, 7, 8, 13, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 30)
- *E.dunnii x E.grandis* (32)

Los genotipos que no presentaron daño “4-5” en el ensayo fueron:

- 16 *E.dunnii x E.grandis* (4, 7, 9, 12, 24, 25, 28, 31, 33, 35, 37, 38, 41,44, 46, 49)
- 13 *E.grandis* (4, 16, 38, 44, 48, 49, 50, 59, 61, 64, 65, 69, 72)
- 7 *E.dunnii* (1, 4, 7, 8, 9, 12, 13)
- 4 *E.dunnii x (gra\*dun)* (1, 3, 4, 5)
- 2 *E.grandis x E.dunnii* (1, 2)
- *E.benthamii* (4)
- *E.dunnii x E.globulus/globulus*

#### 4.3.3.5. Daño por heladas “6-7”

Los genotipos que presentaron daño “6-7” en el ensayo fueron:

- *E.benthamii* (13)

Los genotipos que no presentaron daño “6-7” en el ensayo fueron:

- 14 *E.dunnii x E.grandis* (4,7,9,12, 24, 25,28,31,32,33, 35, 37, 38, 41, 44, 46, 50)
- 13 *E.grandis* (4, 16, 38, 44, 48, 49, 50, 59, 61, 64, 65, 69, 72)
- 12 *E.benthamii* (1, 2, 4, 7, 8, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 30)
- 7 *E.dunnii* (1, 4, 7, 8, 9, 12, 13)
- 4 *E.dunnii x (gra\*dun)* (1, 3, 4, 5)
- 2 *E.grandis x E.dunnii* (1, 2)
- *E.dunnii x E.globulus/globulus*

Fueron evaluados 59 genotipos en un único ensayo que corresponde al No.284, el más afectado por las heladas. A partir de los datos presentados es posible concluir:

- Los *E.grandis* (4, 16, 64, 69), los *E.dunnii x E.grandis* (4, 12, 37, 41,44), los *E.dunnii* (4, 8, 9, 15) y los *E.dunnii x (gra\*dun)* (1, 3) fueron los materiales más susceptibles al daño por heladas ya que registraron daño “0”.
- Los *E.grandis* (3, 4, 48, 49, 50, 61, 64, 65, 69, 72), los *E.dunnii* (4, 7, 8, 9), los *E.dunnii x E.grandis* (33, 41, 46) y el *E.dunnii x (gra\*dun)* (3) registraron daño “1” indicando su susceptibilidad al daño por heladas.
- Los genotipos con daño medio “2-3” registraron el daño más frecuente.
- Los *E.benthamii* (1, 2, 7, 8, 13, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 30) y el *E.dunnii x E.grandis* (32) registraron daño “4-5” en el ensayo No. 284 indicando su buen comportamiento frente al daño por heladas.
- El *E.benthamii* (13) se destacó por su excelente comportamiento. El genotipo presentó daño “6-7” lo que indica que fue tolerante a las heladas ocurridas en el año 2012.

#### 4.4. EVALUACIÓN DE CAPACIDAD DE RECUPERACIÓN

##### 4.4.1. Materiales presentes en dos ensayos (No. 285 y 286)

##### 4.4.1.1. Capacidad de recuperación al daño por heladas “1-2”

Todos los genotipos que están presentes en los dos ensayos presentaron capacidad de recuperación al daño por heladas “1-2”. Los genotipos fueron:

- 52 *E.grandis* (1, 2, 5, 6, 8,10, 11, 12, 13, 15,17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 31, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 62, 63, 66, 67, 68, 70, 71, 73, 74, 75)
- 15 *E.dunnii x E.grandis* (2, 3, 6, 10, 11,14, 16, 21, 22, 23, 29, 34, 36, 40, 47)
- 6 *E.benthamii* (5, 11, 14, 16, 23, 26)
- 4 *E.dunnii* (2, 3, 16, 17)
- 2 *E.grandis x E.maidenii* (2, 3)
- *E.dunnii x E.globulus/globulus* (2)
- *(uro \* vim) x E.grandis* (2)
- *E.dunnii x (gra\*dun)* (2)

#### 4.4.1.2. Capacidad de recuperación al daño por heladas “3”

Los genotipos que presentaron capacidad de recuperación al daño por heladas “3” en los dos ensayos fueron:

- *E.grandis* (40)
- *E.grandis x E.maidenii* (3)

Los genotipos que presentaron capacidad de recuperación al daño por heladas “3” en uno de los dos ensayos fueron:

- 6 *E.grandis* (20, 27, 33, 39, 55, 58)
- 2 *E.dunnii x E.grandis* (21, 47)
- *E.grandis x E.maidenii* (2)

#### 4.4.1.3. Capacidad de recuperación al daño por heladas “4”

El genotipo que presentó capacidad de recuperación al daño por heladas “4” en los dos ensayos fue:

- *E.grandis* (40)

Los genotipos que presentaron capacidad de recuperación al daño por heladas “4” en uno de los dos ensayos fueron:

- 4 *E.grandis* (8, 15, 74, 75)
- 2 *E.dunnii x E.grandis* (22, 47)
- *(uro\* vim) x E.grandis* (2)

A partir de los datos presentados es posible concluir:

- Los materiales evaluados en los dos ensayos registraron capacidad de recuperación al daño por heladas “1-2” indicando que registraron el mejor grado de recuperación.
- El *E.grandis* (40) se destacó por presentar capacidad de recuperación “3” y “4” en los dos ensayos. Es de esperar que en las mismas condiciones de evaluación el *E.grandis* (40) registre los mismos grados de recuperación.
- El *E.dunnii x E.grandis* (47) se destacó por su mala capacidad de recuperación ya que registró recuperación “3” en un ensayo y “4” en el otro.
- Los *E.grandis* (8, 15, 74, 75), el *E.dunnii x E.grandis* (22) y el (*uro\*vim*) *x E.grandis* (2) presentaron el peor grado de recuperación (“4”) en uno de los ensayos.
- El *E.grandis x E.maidenii* (3) presentó capacidad de recuperación “3” en los dos ensayos. Es de esperar que en las mismas condiciones de evaluación el *E.grandis x E.maidenii* (3) registre el mismo grado de recuperación.
- Los *E.grandis* (20, 27, 33, 39, 55, 58), el *E.dunnii x E.grandis* (21) y el *E.grandis x E.maidenii* (2) registraron capacidad de recuperación al daño “3” en uno de los dos ensayos.

#### 4.4.2. Materiales presentes en un ensayo (No.285)

##### 4.4.2.1. Capacidad de recuperación al daño por heladas “1-2”

Los genotipos que presentaron capacidad de recuperación al daño por heladas “1-2” en el ensayo fueron:

- 15 *E.dunnii x E.grandis* (1,5,8,13,15,17,18,19,20,26,27,30,39,42,43,45, 48)
- 10 *E.benthamii* (6, 10, 12, 15, 22, 27, 29, 31, 32, 33)
- 9 *E.grandis* (1, 9, 14, 22, 25, 28, 32, 34, 60)
- *E.grandis x E.maidenii* (1)
- *E.dunnii x E. globulus/globulus* (1)
- (*uro\*vim*) *x E.grandis* (1)

##### 4.4.2.2. Capacidad de recuperación al daño por heladas “3”

Los genotipos que presentaron capacidad de recuperación al daño por heladas “3” en el ensayo fueron:

- *E.grandis* (9)

- *E.dunnii x E.grandis* (18)

#### 4.4.2.3. Capacidad de recuperación al daño por heladas “4”

El genotipo que presentó capacidad de recuperación al daño por heladas “4” en el ensayo fue:

- *E.grandis* (9)

A partir de los datos presentados es posible concluir:

- La mayoría de los genotipos evaluados registraron el mejor grado de recuperación (“1-2”) al daño por heladas.
- El *E.grandis* (9) presentó capacidad de recuperación “1-2”, “3” y “4”.
- El *E.dunnii x E.grandis* (18) registró capacidad de recuperación “1-2” y “3”.
- No se registraron genotipos con capacidad de recuperación “3” ni “4” exclusivamente.

## 4.5. EVALUACIÓN DE CAPACIDAD DE DOMINANCIA

### 4.5.1. Materiales presentes en dos ensayos (No. 285 y 286)

#### 4.5.1.1. Capacidad de dominancia “1”

Los genotipos que presentaron capacidad de dominancia “1” en los dos ensayos fueron:

- 49 *E.grandis* (1, 2, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 46, 47, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 62, 63, 66, 67, 68, 70, 71, 73, 74)
- 14 *E.dunnii x E.grandis* (2, 3, 6, 10, 14, 16, 21, 22, 23, 29, 34, 36, 40, 47)
- 6 *E.bentharii* (5, 11, 14, 16, 23, 26)
- 4 *E.dunnii* (2, 3, 16, 17)
- *E.grandis x E.maidenii* (3)
- *E.dunnii x E.globulus/globulus* (2)
- (*uro \*vim*) *x E. grandis* (2)
- *E. dunnii x (gra\*dun)* (2)

Los genotipos que presentaron capacidad de dominancia “1” en uno de los dos ensayos fueron:

- 2 *E.grandis* (31,75)
- *E.dunnii x E.grandis* (11)

- *E. grandis* x *E. maidenii* (2)

#### 4.5.1.2. Capacidad de dominancia “2-3”

Los genotipos que presentaron capacidad de dominancia “2-3” en los dos ensayos fueron:

- 36 *E. grandis* (1, 8, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 26, 27, 29, 31, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 46, 47, 52, 53, 54, 55, 58, 66, 67, 70, 74)
- 6 *E. dunnii* x *E. grandis* (6, 14, 29, 34, 36, 47)
- 2 *E. grandis* x *E. maidenii* (2, 3)
- 2 *E. dunnii* (3, 16)
- *E. benthamii* (23)
- *E. dunnii* x (*gra\*dun*) (2)

Los genotipos que presentaron capacidad de dominancia “2-3” en uno de los dos ensayos fueron:

- 16 *E. grandis* (2, 5, 6, 10, 21, 30, 43, 51, 56, 57, 62, 63, 68, 71, 73, 75)
- 9 *E. dunnii* x *E. grandis* (2, 3, 10, 11, 16, 21, 22, 23, 40)
- 3 *E. benthamii* (5,16,26)
- 2 *E. dunnii* (2,17)
- *E. dunnii* x *E. globulus/globulus* (2)
- (*uro\*vim*) x *E. grandis* (2)

#### 4.5.1.3. Capacidad de dominancia “4”

Los genotipos que presentaron capacidad de dominancia “4” en los dos ensayos fueron:

- 12 *E. grandis* (20, 23, 36, 40, 42, 55, 58, 62, 67, 70, 74, 75)
- *E. dunnii* x *E. grandis* (29)

Los genotipos que presentaron capacidad de dominancia “4” en uno de los dos ensayos fueron:

- 26 *E. grandis* (1,5,8,10,12,13,15,17,18,19,21,24,26, 27,29,30,31,33,39,43,46,47, 54,57,66,73)
- 5 *E. dunnii* x *E. grandis* (6, 16, 21, 22, 36)
- 2 *E. benthamii* (23, 26)
- *E. grandis* x *E. maidenii* (3)
- (*uro\*vim*) x *E. grandis* (2)

- *E. dunnii* x (*gra*\**dun*) (2)

A partir de los datos presentados es posible concluir:

- Los *E.grandis* (20, 23, 36, 40, 42, 55, 58, 62, 67, 70, 74, 75) y el *E.dunnii* x *E.grandis* (29) registraron el peor grado de dominancia (“4”) en los dos ensayos. Sin embargo, todos los genotipos presentaron también grados “1” y/o “2-3”.
- La mayoría de los genotipos presentaron el mejor grado de dominancia (“1”).
- Los *E.benthamii* (11, 14) registraron capacidad de dominancia “1” exclusivamente en los dos ensayos. En ambos materiales es posible prescindir de la realización de intervenciones correctivas y de manejo.

#### 4.5.2. Materiales presentes en un ensayo (No. 285)

##### 4.5.2.1. Capacidad de dominancia “1”

Los genotipos que presentaron capacidad de dominancia “1” en el ensayo fueron:

- 17 *E.dunnii* x *E.grandis* (1,5, 8,13,15,18,19,20, 26, 27, 30, 39, 42, 43, 45, 48, 49)
- 11 *E.benthamii* (3, 6, 10, 12, 15, 22, 27, 29, 31, 32, 33)
- 10 *E.grandis* (7, 9, 14, 22, 25, 28, 32, 34, 60, 76)
- 5 *E.dunnii* (5, 6, 10, 11, 14)
- *E.grandis* x *E.maidenii* (1)
- *E.dunnii* x *E.globulus/globulus* (1)
- (*uro*\**vim*) x *E.grandis* (1)

##### 4.5.2.2. Capacidad de dominancia “2-3”

Los genotipos que presentaron capacidad de dominancia “2-3” en el ensayo fueron:

- 16 *E.dunnii* x *E.grandis* (1,5,8,13,15,17,18,19,20,30,39, 42, 43, 45, 48, 49)
- 10 *E.grandis* (7, 9, 14, 22, 25, 28, 32, 34, 60, 76)
- 7 *E.benthamii* (3, 6, 15, 22, 29, 32, 33)
- 3 *E.dunnii* (10, 11, 14)
- *E.grandis* x *E.maidenii* (1)
- *E.dunnii* x *E.globulus/globulus* (1)
- (*uro*\**vim*) x *E.grandis* (1)

##### 4.5.2.3. Capacidad de dominancia “4”

Los genotipos que presentaron capacidad de dominancia “4” en el ensayo fueron:

- 7 *E.grandis* (9, 22, 25, 28, 32, 34, 76)
- 7 *E.dunnii x E.grandis* (1, 8, 13, 17, 19, 39, 49)
- 3 *E.dunnii* (10, 11, 14)
- *E.grandis x E.maidenii* (1)
- *E.dunnii x E.globulus/globulus* (1)

A partir de los datos presentados es posible concluir:

- La mayoría de los genotipos registraron capacidad de dominancia “1” y “2-3”. En los genotipos que registraron capacidad de dominancia “1” es posible prescindir de la realización de intervenciones correctivas y de manejo.
- En los genotipos que registraron dominancia “2-3” deberá analizarse individualmente la necesidad de realizar intervenciones con el fin de eliminar la competencia entre los fustes.
- El *E.grandis* (17) y el *E.benthamii* (20) fueron los únicos genotipos que no presentaron dominancia “1”.
- Los *E.grandis* (20, 23, 36, 40, 42, 55, 58, 62, 67, 70, 74, 75) y el *E.dunnii x E.grandis* (29) registraron el peor grado de dominancia “4”. En los genotipos que registraron capacidad de dominancia “4”, obligatoriamente se deben realizar intervenciones correctivas y de manejo.
- Ninguno de los 12 *E.benthamii* ni el (*uro\*vim*) *x E.grandis*, evaluados registraron el peor grado de dominancia “4”.

#### 4.6. ANÁLISIS DE DAÑO- CAPACIDAD DE RECUPERACIÓN Y DAÑO- CAPACIDAD DE DOMINANCIA

##### 4.6.1. Análisis daño-capacidad de recuperación

Como fue mencionado anteriormente los materiales evaluados en el ensayo No. 284 instalado en el establecimiento “La Vanguardia” no presentaron recuperación al daño por heladas es por esto que no se incluye el ensayo No. 284 en el análisis presentado a continuación.

##### 4.6.1.1. Ensayo No. 285

Se realiza el análisis del daño por heladas y capacidad de recuperación de los materiales presentes en el ensayo No. 285.

#### Daño “0”:

Los genotipos que presentaron daño “0” en el ensayo No. 285 fueron los siguientes:

- 7 *E.grandis* (1, 5, 7, 10, 11, 68, 75)
- 2 *E.dunnii x E.grandis* (5, 11)
- *E.benthamii* (9)

Todos los genotipos mencionados presentaron capacidad de recuperación “1-2” al daño por heladas con las siguientes excepciones:

- *E.grandis* (75) presentó adicionalmente capacidad de recuperación “4”
- *E.benthamii* (9) no fue evaluado debido a que los 2 individuos presentes en el ensayo registraron clasificación de fuste “2” y “4” lo que significa árbol muerto y árbol caído respectivamente.

#### Daño “1”:

Los genotipos que presentaron daño “1” en el ensayo No. 285 fueron los siguientes:

- 7 *E.grandis* (1, 10, 11, 20, 56, 74, 75)
- 2 *E.dunnii* (16, 17)

Todos los genotipos mencionados presentaron capacidad de recuperación “1-2” al daño por heladas con las siguientes excepciones:

- *E.grandis* (20) presentó adicionalmente capacidad de recuperación “3”
- 2 *E.grandis* (74,75) presentaron adicionalmente capacidad de recuperación “4”

#### Daño “2-3”:

Los genotipos que presentaron daño “2-3” en el ensayo No. 285 fueron los siguientes:

- 54 *E.grandis* (1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13,14, 15, 17,18,19, 20, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 31, 32, 33,34, 36,37, 39, 40, 41, 42,45, 46,47, 51, 52, 53, 54,56, 57, 60, 62, 63, 67, 68, 70,71, 73, 74,75, 76)
- 30 *E.dunnii x E.grandis* (1,2, 3,5, 6, 8,10, 11, 13, 14,15,16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 29,30, 34, 36, 39, 40,42,43, 45, 47,48, 49)
- 8 *E.dunnii* (2, 3, 6, 10, 11, 14,16,17)
- 4 *E.benthamii* (3, 6, 12, 32)
- 3 *E.grandis x E.maidenii* (1,2,3)
- 2 (*uro\*vim*) x *E.grandis* (1, 2)
- 2 *E.dunnii x E.globulus/globulus* (1, 2)
- *E.dunnii x (gra \* dun)* (2)

Todos los genotipos mencionados presentaron capacidad de recuperación “1-2” al daño por heladas con las siguientes excepciones:

- 6 *E.grandis* (8,9,15,40,74,75) presentaron adicionalmente recuperación “4 “
- 4 *E.grandis* (9,20,33,40) presentaron adicionalmente recuperación “3”
- 2 *E.dunnii* x *E.grandis* (18, 21) presentaron adicionalmente recuperación “3”
- (*uro\*vim*) x *E.grandis* (2) presentó adicionalmente recuperación “4“
- *E.grandis* x *E.maidenii* (3) presentó adicionalmente recuperación “3”
- *E.dunnii* x *E.grandis* (47) presentó adicionalmente recuperación “3” y “4”

Daño “4-5”:

Los genotipos que presentaron daño “4-5” en el ensayo No. 285 fueron los siguientes:

- 17 *E.dunnii* x *E.grandis* ( 1, 8,13,14,15,20,21,26,27,29,34,36, 39,40, 42, 43, 49)
- 8 *E.benthamii* (5, 6, 10, 12, 14, 23, 26, 32)
- 7 *E.dunnii* (3, 5, 6, 10, 11, 14, 16)
- *E.grandis* (51)

Todos los genotipos mencionados presentaron capacidad de recuperación “1-2” al daño por heladas con las siguientes excepciones:

- *E.dunnii* x *E.grandis* ( 21) presentó adicionalmente recuperación “3”

Daño “6-7”:

Los genotipos que presentaron daño “6-7” en el ensayo No. 285 fueron los siguientes:

- 17 *E.benthamii* ( 3, 5, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 20, 22, 23, 26, 27, 28, 29, 31,33)
- *E.dunnii* x *E.grandis* (8)
- *E.dunnii* (10)

Todos los genotipos mencionados presentaron capacidad de recuperación “1-2” al daño por heladas con las siguientes excepciones:

- *E.benthamii* (9) no fue evaluado debido a que los 2 individuos registraron clasificación de fuste “2” y “4” lo que significa árbol muerto y árbol caído respectivamente.
- *E.benthamii* (20) no fue evaluado debido a que los 5 individuos registraron clasificación de fuste “3” y “4” lo que significa árbol faltante y árbol caído respectivamente.
- *E.benthamii* (28) no fue evaluado debido a que los 4 individuos registraron clasificación de fuste “4” lo que significa árbol caído.

A partir de los datos presentados, con la excepción de los *E.grandis* (20,74, 75), no fue posible establecer una relación entre el daño sufrido por los materiales y su capacidad de recuperación.

Como ya fue mencionado, el *E.grandis* (20) registró daños “1”, “2-3” y capacidad de recuperación “3”. En cuanto al *E.grandis* (74) registró daños “1” y “2-3”. El *E.grandis* (75) registró daños “0”, “1” y “2-3”. Los *E.grandis* (74, 75) registraron capacidad de recuperación “4”. Los grados de recuperación (“3” y “4”) podrían estar relacionados con el mayor daño sufrido por los materiales.

#### 4.6.1.2. Ensayo No. 286

Los materiales evaluados en “El Chajá” no presentaron daño “0” ni daño “1” de la escala de heladas modificada. Sin embargo, sí se registraron materiales con daño “2-3”, “4-5” y “6-7” de la escala.

Daño “2-3”:

Los genotipos que presentaron daño “2-3” en el ensayo No. 286 fueron los siguientes:

- 2 *E.grandis* (1,52)
- *E.grandis* x *E.maidenii* (2)

Todos los genotipos mencionados presentaron capacidad de recuperación “1-2” al daño por heladas con la siguiente excepción:

- *E.grandis* x *E.maidenii* (2) presentó adicionalmente capacidad de recuperación “3”

Daño “4-5”:

Los genotipos que presentaron daño “4-5” en el ensayo No. 286 fueron los siguientes:

- 52 *E. grandis* (1, 2, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 31, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 62, 63, 66, 67, 68, 70, 71, 73, 74, 75)
- 15 *E.dunnii* x *E.grandis* (2, 3, 6, 10, 11, 14, 16, 21, 22, 23, 29, 34, 36, 40, 47)
- 4 *E.dunnii* (2, 3, 16, 17)
- 3 *E.bentharii* (14, 16, 23)
- 2 *E.grandis* x *E.maidenii* (2,3)
- *E.dunnii* x *E.globulus/globulus* (2)
- (*uro\* vim*) x *E.grandis* (2)
- *E.dunnii* x (*gra\*dun*) (2)

Todos los genotipos mencionados presentaron capacidad de recuperación “1-2” al daño por heladas con las siguientes excepciones:

- 4 *E.grandis* (27,39,40,55) presentó adicionalmente capacidad de recuperación “3”
- *E.grandis*(40) presentó adicionalmente capacidad de recuperación ”4”
- *E.grandis*(55) presentó adicionalmente capacidad de recuperación “3”
- *E.dunnii* x *E.grandis* (22) presentó adicionalmente capacidad de recuperación “4”
- *E.grandis* x *E.maidenii* (2,3) presentaron adicionalmente capacidad de recuperación “3”

Daño “6-7”:

Los genotipos que presentaron daño “6-7” en el ensayo No. 286 fueron los siguientes:

- 38 *E.grandis* (1, 2, 5,8, 11, 12, 13,15, 17, 18, 21, 23, 24, 26, 29, 30, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 45, 46, 47, 51, 52, 53, 56, 57, 58, 62, 67, 68, 70, 71, 74, 75)
- 8 *E.benthamii* (5, 9, 11, 14, 16, 23, 26, 28)
- 7 *E.dunnii* x *E.grandis* (10, 16, 21, 29, 34, 36, 40)
- 3 *E.dunnii* (3,16,17)
- *E.dunnii* x (*gra\*dun*) (2)

Todos los genotipos mencionados presentaron capacidad de recuperación “1-2” al daño por heladas con las siguientes excepciones:

- 2 *E.grandis* (39, 40) presentaron adicionalmente capacidad de recuperación “3”
- *E.grandis* (40) presentó adicionalmente capacidad de recuperación “4”

A partir de los datos presentados, con la excepción del *E.grandis* x *E.maidenii* (2) no fue posible establecer una relación entre el daño sufrido por los materiales y su capacidad de recuperación.

Como ya fue mencionado el *E.grandis* x *E.maidenii* (2) registró daño “2-3” y capacidad de recuperación “3”. El grado de recuperación (“3”) podría estar relacionado con un mayor daño sufrido por el genotipo en relación a los demás genotipos evaluados.

#### 4.6. 1. 3 Ensayos No. 285 y No. 286

Se realiza el análisis por especie.

##### *Eucalyptus grandis*:

*E.grandis* (1) presentó daños “0”, “1” y “2-3” en el ensayo No. 285 y daños “2-3”, “4-5” y “6-7” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”.

*E.grandis* (2, 8, 12, 13,15,17,18,23,24,29,33,36,37,39,40,45,46,47,53,57,62,67, 68,70,71) presentaron daño “2-3” en el ensayo No. 285 y daños “4-5” y “6-7” en el ensayo No. 286. Los genotipos presentaron capacidad de recuperación al daño por heladas “1-2” en ambos ensayos. Además *E.grandis* (8,15,40) presentaron capacidad de recuperación “4” al daño por heladas en el ensayo No. 285 y *E.grandis* (33,40) presentó capacidad de recuperación “3” al daño por heladas en el ensayo No.285. *E.grandis* (39,40) presentaron capacidad de recuperación “3” al daño por heladas en el ensayo No. 286. *E.grandis* (40) presentó capacidad de recuperación “4” al daño por heladas en el ensayo No. 286.

*E.grandis* (5) presentó daños “0” y “2-3” en el ensayo No. 285 y daños “4-5” y “6-7” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”.

*E.grandis* (6, 19, 27, 31, 41, 42, 54, 63, 73) presentaron daño “2-3” en el ensayo No. 285 y daños “4-5” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”. Además *E.grandis* (27) presentó capacidad de recuperación al daño por heladas “3” en el ensayo No. 286.

*E.grandis* (10) presentó daños “0”, “1” y “2-3” en el ensayo No. 285 y daño “4-5” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”.

*E.grandis* (11, 75) presentó daños “0”, “1” y “2-3” en el ensayo No. 285 y daños “4-5” y “6-7” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”. *E.grandis* (75) también presentó capacidad de recuperación al daño por heladas “4” en el ensayo No. 285.

*E.grandis* (20) presentó daños “1” y “2-3” en el ensayo No. 285 y daño “4-5” y en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”. *E.grandis* (20) también presentó capacidad de recuperación al daño por heladas “3” en el ensayo No. 285.

La totalidad de individuos del genotipo *E.grandis* (21) presentaron clasificación de fuste “2”, “3” y “6” no permitiendo su evaluación por daño por heladas. En el ensayo No. 286 los individuos evaluados presentaron daños “4-5” y “6-7”. La capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”.

La totalidad de individuos de los genotipos *E.grandis* (26,35,58) presentaron clasificación de fuste “6” no permitiendo su evaluación por daño por heladas. En el ensayo No. 286 los individuos evaluados presentaron daños “4-5” y “6-7”. La capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”.

*E. grandis* (30) presentó clasificación de fuste “2”, “3”, “4” y “6” en la totalidad de individuos no permitiendo su evaluación por daño por heladas. En el ensayo No. 286 los individuos evaluados presentaron daños “4-5” y “6-7”. La capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”.

*E. grandis* (43) presentó clasificación de fuste “2”, “3”, “4” y “6” en la totalidad de individuos no permitiendo su evaluación por daño por heladas. En el ensayo No. 286 los individuos evaluados presentaron daño “4-5”. La capacidad de recuperación al daño por heladas fue “1-2”.

*E. grandis* (51) presentó daños “2-3” y “4-5” en el ensayo No. 285 y daños “4-5” y “6-7” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”.

*E. grandis* (52) presentó daño “2-3” y en el ensayo No. 285 y daños “2-3”, “4-5” y “6-7” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”.

*E. grandis* (55) presentó clasificación de fuste “2”, “4” y “6” en la totalidad de individuos no permitiendo su evaluación por daño por heladas. En el ensayo No. 286 los individuos evaluados presentaron daño “4-5”. La capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2” y “3”.

*E. grandis* (56, 74) presentaron daños “1” y “2-3” en el ensayo No. 285 y daños “4-5” y “6-7” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas fue “1-2”. *E. grandis* (74) también presentó capacidad de recuperación al daño por heladas “4” en el ensayo No. 285.

La totalidad de individuos del genotipo *E. grandis* (66) presentaron clasificación de fuste “6” no permitiendo su evaluación por daño por heladas. En el ensayo No. 286 los individuos evaluados presentaron daño “4-5”. La capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue 1-2.

#### *Eucalyptus dunnii*:

*E. dunnii* (2) presentó daño “2-3” en el ensayo No. 285 y daño “4-5” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”.

*E. dunnii* (3) presentó daño “2-3” y “4-5” en el ensayo No. 285 y daños “2-3”, “4-5” y “6-7” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”.

*E. dunnii* (16) presentó daños “1”, “2-3” y “4-5” en el ensayo No. 285 y daños “2-3”, “4-5” y “6-7” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas fue “1-2”.

*E.dunnii* (17) presentó daños “1” y “2-3” en el ensayo No. 285 y daños “4-5” y “6-7” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”.

*Eucalyptus dunnii x Eucalyptus grandis:*

*E.dunnii x E.grandis* (2, 3, 6, 22, 23, 47) presentaron daño “2-3” en el ensayo No. 285 y daño “4-5” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”. *E.dunnii x E.grandis* (22) también presentó capacidad de recuperación al daño por heladas “4” en el ensayo No. 286. Por otro lado *E.dunnii x E.grandis* (47) presentó capacidad de recuperación al daño por heladas “3” y “4” en el ensayo No. 285.

*E.dunnii x E.grandis* (10,16) presentaron daño “2-3” en el ensayo No. 285 y daño “4-5” y “6-7” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”.

*E.dunnii x E.grandis* (11) presentaron daños “0” y “2-3” en el ensayo No. 285 y daño “4-5” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”.

*E.dunnii x E.grandis* (14) presentó daño “2-3” y “4-5” en el ensayo No. 285 y daño “4-5” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”.

*E.dunnii x E.grandis* (21, 29, 34, 36, 40) presentaron daños “2-3” y “4-5” en el ensayo No. 285 y daños “4-5” y “6-7” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”. Además *E.dunnii x E.grandis* (21) presentó capacidad de recuperación al daño por heladas “3” en el ensayo No. 285.

*Eucalyptus benthamii:*

*E.benthamii* (5, 26) presentaron daños “4-5” y “6-7” en el ensayo No. 285 y daño “6-7” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”.

*E.benthamii* (9) presentó clasificación de fuste “2”, “3” y “4” en la totalidad de los individuos evaluados en el ensayo No. 285. En el ensayo No. 286 los individuos evaluados presentaron daño “6-7”. La capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”.

*E.benthamii* (11) presentaron daño “6-7” en el ensayo No. 285 y daño “6-7” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue 1-2.

*E.benthamii* (14, 23) presentaron daño “4-5” y “6-7” en el ensayo No. 285 y daño “4-5” y “6-7” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”.

*E.benthamii* (16) presentó daño “4-5” en el ensayo No. 285 y daño “4-5” y “6-7” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”.

*E.benthamii* (28) presentó clasificación de fuste “3” y “4” en la totalidad de los individuos evaluados en el ensayo No. 285. En el ensayo No. 286 los individuos evaluados presentaron daño “6-7”. La capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”.

*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus maidenii*:

*E.grandis* x *E.maidenii* (2) presentó daño “2-3” en el ensayo No. 285 y daño “2-3” y “4-5” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”. Además el genotipo presentó capacidad de recuperación al daño por heladas “3” en el ensayo No. 286.

*E.grandis* x *E.maidenii* (3) presentó daño “2-3” en el ensayo No. 285 y daño “4-5” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”. Además el genotipo presentó capacidad de recuperación al daño por heladas “3” en el ensayo No. 285 y 286.

*Eucalyptus dunnii* x *E. globulus/globulus*:

*E.dunnii* x *E. globulus/globulus* (2) presentó daño “2-3” en el ensayo No. 285 y daño “4-5” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”.

*(Urophylla \* viminalis)* x *E. grandis*:

*(uro \*vim)* x *E.grandis* (2) presentó daño “2-3” en el ensayo No. 285 y daño “4-5” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”. Además el genotipo presentó capacidad de recuperación al daño por heladas “4” en el ensayo No. 285.

*Eucalyptus dunnii* x (*gra*\**dun*):

*E.dunnii* x (*gra*\**dun*) (2) presentó daño “2-3” en el ensayo No. 285 y daño “4-5” y “6-7” en el ensayo No. 286. En ambos ensayos la capacidad de recuperación al daño por heladas registrada fue “1-2”.

A partir de los datos presentados es posible confirmar las conclusiones presentadas en los análisis de las secciones (4.2.2.4. y 4.6).

Clasificación de fuste

De los 15 individuos evaluados en el ensayo No. 285 de genotipo *E.grandis* (21) uno de los individuos presentó clasificación de fuste 2, otro 3 y los trece individuos restantes presentaron clasificación de fuste “6”. Debido a la clasificación de fuste presentada no fue posible evaluar daño por heladas en el ensayo No. 285.

De los 15 individuos evaluados en el ensayo No. 285 la totalidad de los *E.grandis* (26,35,58,66) presentaron clasificación de fuste “6”. Debido a la clasificación de fuste presentada no fue posible evaluar daño por heladas en el ensayo No. 285.

De los 15 individuos evaluados en el ensayo No. 285 de genotipo *E.grandis* (30) siete de individuos presentaron clasificación de fuste “2”, dos presentaron clasificación “3”, un individuo presentó clasificación “4” y los cinco individuos restantes presentaron clasificación de fuste “6”. Debido a la clasificación de fuste presentada no fue posible evaluar daño por heladas el ensayo No. 285.

De los 15 individuos evaluados en el ensayo No. 285 de genotipo *E.grandis* (43) un individuo presentó clasificación de fuste “2”, un individuo clasificación “3”, un individuo clasificación “4” y los doce individuos restantes presentaron clasificación de fuste “6”. Debido a la clasificación de fuste presentada no fue posible evaluar daño por heladas en el ensayo No. 285.

De los 15 individuos evaluados en el ensayo No. 285 de genotipo *E.grandis* (55) un individuo presentó clasificación de fuste “2”, tres individuos presentaron clasificación “4” y los diez individuos restantes presentaron clasificación de fuste “6”. Debido a la

clasificación de fuste presentada no fue posible evaluar daño por heladas en el ensayo No. 285.

De los 15 individuos evaluados en el ensayo No. 285 de genotipo *E.benthamii* (9) cuatro individuos presentaron clasificación de fuste “2”, cinco presentaron clasificación de fuste “3” y los seis individuos restantes presentaron clasificación 4. Debido a la clasificación de fuste presentada no fue posible evaluar daño por heladas en el ensayo No. 285.

De los 15 individuos evaluados en el ensayo No. 285 de genotipo *E.benthamii* (28) siete individuos presentaron clasificación de fuste “3” y los ocho individuos restantes presentaron clasificación de fuste “4”. Debido a la clasificación de fuste presentada no fue posible evaluar daño por heladas del genotipo citado en el ensayo No. 285.

#### 4.6.2. Análisis daño-capacidad de dominancia

##### 4.6.2.1 Ensayo No. 285

Se realiza el análisis del daño por heladas y capacidad de dominancia de los materiales presentes en el ensayo No. 285.

Daño “0”:

Los genotipos que presentaron daño “0” en el ensayo No. 285 fueron los siguientes:

- 7 *E.grandis* (1, 5, 7, 10, 11, 68, 75)
- 2 *E.dunnii x E.grandis* (5, 11)
- *E.benthamii* (9)

Todos los genotipos mencionados presentaron capacidad de dominancia “1” y “2-3” con las siguientes excepciones:

- *E.grandis* (5) presentó adicionalmente capacidad de dominancia “4”.
- *E.grandis* (75) presentó capacidad de dominancia “2-3” y “4”.
- *E.dunnii x E.grandis* (11) presentó exclusivamente capacidad de dominancia “1”.
- *E.benthamii* (9) no fue evaluado debido a que los 2 individuos presentes en el ensayo registraron clasificación de fuste “2” y “4” lo que significa árbol muerto y árbol caído respectivamente.

Daño “1”:

Los genotipos que presentaron daño “1” en el ensayo No. 285 fueron los siguientes:

- 7 *E.grandis* (1,10, 11, 20, 56, 74, 75)
- 2 *E.dunnii* ( 16, 17)

Todos los genotipos mencionados presentaron capacidad de dominancia “1” y “2-3” con las siguientes excepciones:

- Los *E.grandis* (20, 74) presentaron adicionalmente capacidad de dominancia “4”.
- El *E.grandis* (75) presentó capacidad de dominancia “2-3” y “4”.

Daño “2-3”:

Los genotipos que presentaron daño “2-3” en el ensayo No. 285 fueron los siguientes:

- 54 *E.grandis* (1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13,14, 15, 17,18,19, 20, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 31, 32, 33,34, 36,37, 39, 40, 41, 42,45, 46,47, 51, 52, 53, 54,56, 57, 60, 62, 63, 67, 68, 70,71, 73, 74,75, 76)
- 30 *E.dunnii x E.grandis* ( 1,2, 3,5, 6, 8,10, 11, 13, 14,15,16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 29,30, 34, 36, 39, 40,42,43, 45, 47,48, 49)
- 8 *E.dunnii* (2, 3, 6, 10, 11, 14,16,17)
- 4 *E.bentharii* (3, 6, 12, 32)
- 3 *E.grandis x E.maidenii* (1,2,3)
- 2 (*uro\*vim*) *x E.grandis* (1, 2)
- 2 *E.dunnii x E.globulus/globulus* (1, 2)
- *E.dunnii x (gra \* dun)* (2)

Todos los genotipos mencionados presentaron capacidad de dominancia “1” y “2-3” con las siguientes excepciones:

- Los *E.grandis* (5, 8, 9, 12, 13, 15, 17, 19, 20, 22, 23, 25, 27, 28, 29, 31, 32, 34, 36, 40, 42, 45, 47, 54, 62, 66, 67, 70, 73, 74, 76), los *E.dunnii x E.grandis* (1, 6 ,8 ,13 ,16 ,19, 21,29,39), los *E.dunnii* (10, 11), los *E.grandis x E.maidenii* (1, 3), el (*uro\*vim*) *x E.grandis* (2) y el *E.dunnii x E.globulus/globulus* (1) presentaron adicionalmente capacidad de dominancia “4”.
- Los *E.grandis* (31, 75) presentaron capacidad de dominancia “2-3” y “4”.
- Los *E.dunnii x E.grandis* (11, 17) presentaron capacidad de dominancia “2-3”. El *E.dunnii x E.grandis* (17) presentó adicionalmente capacidad de dominancia “4”.
- El *E.dunnii* (6) y el *E.bentharii* (12) presentaron exclusivamente capacidad de dominancia “1”.
- El *E.grandis x E.maidenii* (2) presentó exclusivamente capacidad de dominancia “2-3”.

Daño “4-5”:

Los genotipos que presentaron daño “4-5” en el ensayo No. 285 fueron los siguientes:

- 17 *E.dunnii* x *E.grandis* ( 1, 8,13, 14, 15, 20, 21, 26, 27, 29, 34, 36, 39, 40, 42, 43, 49)
- 8 *E.bentharii* (5, 6, 10, 12, 14, 23, 26, 32)
- 7 *E.dunnii* (3, 5, 6, 10, 11, 14, 16)
- *E.grandis* (51)

Todos los genotipos mencionados presentaron capacidad de dominancia “1” y “2-3” con las siguientes excepciones:

- Los *E.dunnii* x *E.grandis* (1, 8, 13, 21, 29, 39) y los *E.dunnii* (10, 11) presentaron adicionalmente dominancia “4”.
- Los *E.dunnii* x *E.grandis* (26, 27), los *E.bentharii* (5, 10, 12, 14) y los *E.dunnii* (5, 6) presentaron exclusivamente dominancia “1”

Daño “6-7”:

Los genotipos que presentaron daño “6-7” en el ensayo No. 285 fueron los siguientes:

- 17 *E.bentharii* ( 3, 5, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 20, 22, 23, 26, 27, 28, 29, 31,33)
- *E.dunnii* x *E.grandis* (8)
- *E.dunnii* (10)

Todos los genotipos mencionados presentaron capacidad de dominancia “1” y “2-3” con las siguientes excepciones:

- Los *E.bentharii* (5, 10, 11, 12, 14, 16, 27, 31) presentaron exclusivamente dominancia “1”.
- El *E.dunnii* x *E.grandis* (8) y el *E.dunnii* (10) presentaron adicionalmente dominancia “4”
- *E.bentharii* (9) no fue evaluado debido a que los 2 individuos registraron clasificación de fuste “2” y “4” lo que significa árbol muerto y árbol caído respectivamente.
- *E.bentharii* (20) no fue evaluado debido a que los 5 individuos registraron clasificación de fuste “3” y “4” lo que significa árbol faltante y árbol caído respectivamente.
- *E.bentharii* (28) no fue evaluado debido a que los 4 individuos registraron clasificación de fuste “4” lo que significa árbol caído.

A partir de los datos presentados, con la excepción de los *E.grandis* (5, 20,74, 75), no fue posible establecer una relación entre el daño sufrido por los materiales y su capacidad de dominancia.

Como ya fue mencionado, el *E.grandis* (5) registró daños “0”y “2-3” y su capacidad de dominancia fue “1-2”, “3” y “4”. El *E.grandis* (20) registró daños “1” y “2-3” y capacidad de dominancia “4”. En cuanto al *E.grandis* (74) registró daños “1” y “2-3” y capacidad de dominancia “4”.El *E.grandis* (75) registró daños “0”, “1” y “2-3” y capacidad de dominancia “2-3” y “4”. El grado de dominancia “4” podría estar relacionado con el mayor daño sufrido por los materiales.

En el resto de los materiales presentados no se logró establecer una relación entre el daño de los materiales y su capacidad de dominancia. En los materiales que presentaron daño “2-3”, “4-5” y “6-7” y presentaron capacidad de dominancia “4” se relacionó la capacidad de dominancia con el genotipo.

#### 4.6.2.2. Ensayo No. 286

Se realiza el análisis del daño por heladas y capacidad de dominancia de los materiales presentes en el ensayo No. 286.

Daño “2-3”:

Los genotipos que presentaron daño “2-3” en el ensayo No. 286 fueron los siguientes:

- 2 *E.grandis* (1,52)
- *E.grandis* x *E.maidenii* (2)

Todos los genotipos mencionados presentaron capacidad de dominancia “1” y “2-3” con las siguientes excepciones:

- *E.grandis* (1) presentó adicionalmente capacidad de dominancia “4”.

Daño “4-5”:

Los genotipos que presentaron daño “4-5” en el ensayo No. 286 fueron los siguientes:

- 52 *E. grandis* (1, 2, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 31, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 62, 63, 66, 67, 68, 70, 71, 73, 74, 75)
- 15 *E.dunnii* x *E.grandis* (2, 3, 6, 10, 11, 14, 16, 21, 22, 23, 29, 34, 36, 40, 47)
- 4 *E.dunnii* (2, 3, 16, 17)
- 3 *E.benthamii* (14, 16, 23)
- 2 *E.grandis* x *E.maidenii* (2,3)

- *E.dunnii x E.globulus/globulus* (2)
- (*uro\* vim*) *x E.grandis* (2)
- *E.dunnii x (gra\*dun)* (2)

Todos los genotipos mencionados presentaron capacidad de dominancia “1” y “2-3” con las siguientes excepciones:

- Los *E.grandis* (1, 18, 20, 23, 24, 33, 36, 39, 40, 42, 43, 46, 55, 57, 58, 62, 67, 70, 74, 75), los *E.dunnii x E.grandis* (22, 29, 36), *E. benthamii* (23, 26), *E.dunnii* (2) y el *E.dunnii x (gra\*dun)* (2) presentaron adicionalmente capacidad de dominancia “4”.
- Los *E.grandis* (2, 5, 6, 10, 21, 30, 43, 45, 51, 56, 57, 62, 63, 68, 71, 73, 75), los *E.dunnii x E.grandis* (2, 3, 10, 11, 14, 16, 21, 22, 23, 40), los *E.dunnii* (17), los *E.benthamii* (5, 9, 14) presentaron exclusivamente dominancia “1”.
- El *E.dunnii x E.globulus/globulus* (2) y el (*uro\* vim*) *x E.grandis* (2) presentaron exclusivamente capacidad de dominancia “1”.

Daño “6-7”:

Los genotipos que presentaron daño “6-7” en el ensayo No. 286 fueron los siguientes:

- 38 *E.grandis* (1, 2, 5, 8, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 21, 23, 24, 26, 29, 30, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 45, 46, 47, 51, 52, 53, 56, 57, 58, 62, 67, 68, 70, 71, 74, 75)
- 8 *E.benthamii* (5, 9, 11, 14, 16, 23, 26, 28)
- 7 *E.dunnii x E.grandis* (10, 16, 21, 29, 34, 36, 40)
- 3 *E.dunnii* (3, 16, 17)
- *E.dunnii x (gra\*dun)* (2)

Todos los genotipos mencionados presentaron capacidad de dominancia “1” y “2-3” con las siguientes excepciones:

- Los *E.grandis* (1, 18, 23, 24, 33, 36, 39, 40, 46, 57, 58, 62, 67, 70, 74, 75), los *E. benthamii* (23, 26), los *E.dunnii x E.grandis* (29, 36) y el *E.dunnii x (gra\*dun)* (2) presentaron adicionalmente capacidad de dominancia “4”.
- Los *E.grandis* (2, 5, 21, 30, 45, 51, 54, 56, 57, 62, 68, 71, 75), los *E.benthamii* (11, 14, 28), los *E.dunnii x E.grandis* (10, 16, 21, 40) y el *E.dunnii* (17) presentaron exclusivamente capacidad de dominancia “1”.

A partir de los datos presentados no fue posible establecer una relación entre el daño sufrido por los materiales y su capacidad de dominancia.

#### 4.7. ANÁLISIS DAÑO - CAPACIDAD DE RECUPERACIÓN - CAPACIDAD DE DOMINANCIA

##### 4.7.1. Ensayo No. 285

Se realiza el análisis del daño por heladas, capacidad de recuperación y de dominancia de los materiales presentes en el ensayo No. 285.

Daño “0”:

Los genotipos que presentaron daño “0” en el ensayo No. 285 fueron los siguientes:

- 7 *E.grandis* (1, 5, 7, 10, 11, 68, 75)
- 2 *E.dunnii x E.grandis* (5, 11)
- *E.benthamii* (9)

Los *E.grandis* (1,10, 11) presentaron daños “0”, “1”, “2-3”, capacidad de recuperación “1-2” y capacidad de dominancia “1”, “2-3”.

El *E.grandis* (5) presentó daños “0”, “2-3”, recuperación “1-2” y dominancia “1”, “2-3”, “4”.

Los *E.grandis* (7, 68) y los *E.dunnii x E.grandis* (5, 11) presentaron daños “0”, “2-3”, recuperación “1-2” y dominancia “1”, “2-3”.

El *E.grandis* (75) presentó daños “0”, “1”, “2-3”, recuperación “1-2”, “4” y dominancia “4”.

El *E.benthamii* (9) no fue evaluado debido a que los 2 individuos presentes en el ensayo registraron clasificación de fuste “2” y “4”.

Daño “1”:

Los genotipos que presentaron daño “1” en el ensayo No. 285 fueron los siguientes:

- 7 *E.grandis* (1, 10, 11, 20, 56, 74, 75)
- 2 *E.dunnii* (16, 17)

Los *E.grandis* (1, 10, 11) presentaron daños “0”, “1”, “2-3”, capacidad de recuperación “1-2” y capacidad de dominancia “1”, “2-3”.

El *E.grandis* (56) y el *E.dunnii* (17) presentaron daños “1”, “2-3”, capacidad de recuperación “1-2” y capacidad de dominancia “1”, “2-3”.

El *E.grandis* (20) presentó daños “1”, “2-3”, “4-5”, capacidad de recuperación “1-2”, “3” y capacidad de dominancia “4”.

El *E.grandis* (74) presentó daños “1”, “2-3”, capacidad de recuperación “1-2” y “4” y capacidad de dominancia “4”.

El *E.grandis* (75) presentó daños “0” y “1”, capacidad de recuperación “1-2” y “4” y dominancia “4”.

El *E.dunnii* (16) presentó daños “1”, “2-3”, “4-5” capacidad de recuperación “1-2” y capacidad de dominancia “1”, “2-3”.

Daño “2-3”:

Los genotipos que presentaron daño “2-3” en el ensayo No. 285 fueron los siguientes:

- 54 *E.grandis* (1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13,14, 15, 17,18,19, 20, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 31, 32, 33,34, 36,37, 39, 40, 41, 42,45, 46,47, 51, 52, 53, 54,56, 57, 60, 62, 63, 67, 68, 70,71, 73, 74,75, 76)
- 30 *E.dunnii x E.grandis* ( 1,2, 3,5, 6, 8,10, 11, 13, 14,15,16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 29,30, 34, 36, 39, 40,42,43, 45, 47,48, 49)
- 8 *E.dunnii* (2, 3, 6, 10, 11, 14,16,17)
- 4 *E.bentharii* (3, 6, 12, 32)
- 3 *E.grandis x E.maidenii* (1,2,3)
- 2 (*uro\*vim*) *x E.grandis* (1, 2)
- 2 *E.dunnii x E.globulus/globulus* (1, 2)
- *E.dunnii x (gra \* dun)* (2)

Los *E.grandis* (1, 10,11) presentaron daños “0”, “1”, “2-3”, capacidad de recuperación “1-2” y capacidad de dominancia “1”, “2-3”.

Los *E.grandis* (2,6,12,13,14,18,24,37,39,41,46,52,53,57,60,63,68,71), el *E.dunnii* (2), el (*uro\*vim*) *x E.grandis* (2), el *E.dunnii x E.globulus/globulus* (2), el *E.dunnii x (gra\*dun)* (2) y los *E.dunnii x E.grandis* (2, 3, 10, 17,22, 23, 30, 40,42,43,45,47,48,49) presentaron daños “2-3”, recuperación “1-2” y dominancia “1”, “2-3”.

El *E.grandis* (5) presentó daños “0”, “2-3”, recuperación “1-2” y dominancia “1”, “2-3”, “4”.

Los *E.grandis* (8,15) presentaron daños “2-3”, recuperación “1-2”, “4” y dominancia “1”, “2-3”, “4”.

Los *E.grandis* (9,40) presentaron daños “2-3”, recuperación “1-2”, “3”, “4” y dominancia “1”, “2-3”, “4”.

Los *E.grandis* (7, 68) y el *E.dunnii x E.grandis* (5, 11) presentaron daños “0”, “2-3”, recuperación “1-2” y dominancia “1”, “2-3”.

Los *E.grandis* (17,19, 22, 23,25,27,28,29,32,34,36,42,45,47,54,62,67,70,73,76), el *E.grandis x E.maidenii* (1), el *E.dunnii x E.globulus/globulus* (1) y los *E.dunnii x*

*E. grandis* (6,16) presentaron daño “2-3”, recuperación “1-2” y dominancia “1”, “2-3”, “4”.

El *E. grandis* (31) presentó daños “2-3”, recuperación “1-2” y dominancia “2-3”, “4”.

El *E. grandis x E. maidenii* (2) presentó daños “2-3”, recuperación “1-2” y dominancia “2-3”.

El *E. grandis* (33), el *E. grandis x E. maidenii* (3) y el *E. dunnii x E. grandis* (19) presentaron daños “2-3”, recuperación “1-2”, “3” y dominancia “1”, “2-3”, “4”.

El *E. grandis* (56) y el *E. dunnii* (17) presentaron daños “1”, “2-3”, capacidad de recuperación “1-2” y capacidad de dominancia “1”, “2-3”.

El *E. grandis* (20) presentó daños “1”, “2-3”, capacidad de recuperación “1-2”, “3” y capacidad de dominancia “4”.

El *E. grandis* (51), el *E. dunnii* (11) y los *E. dunnii x E. grandis* (1, 13) presentaron daños “2-3”, “4-5”, capacidad de recuperación “1-2” y capacidad de dominancia “1”, “2-3”, “4”.

Los *E. dunnii x E. grandis* (14, 15, 34, 36), los *E. dunnii* (3, 6, 14) y los *E. benthamii* (6, 12, 32) presentaron daños “2-3” y “4-5”, capacidad de recuperación “1-2” y capacidad de dominancia “1”, “2-3”.

Los *E. dunnii x E. grandis* (21, 29, 39) presentaron daños “2-3”, “4-5”, capacidad de recuperación “1-2”, “3” y capacidad de dominancia “1”, “2-3”.

El *E. grandis* (74) presentó daños “1”, “2-3”, capacidad de recuperación “1-2”, “4” y capacidad de dominancia “1”, “2-3”, “4”.

El *E. grandis* (75) presentó daños “0”, “1”, “2-3”, capacidad de recuperación “1-2”, “4” y dominancia “4”.

El *E. dunnii* (10) y el *E. dunnii x E. grandis* (8) presentaron daños “2-3”, “4-5”, “6-7”, recuperación “1-2” y dominancia “1”, “2-3”, “4”.

El *E. dunnii* (16) presentó daños “1”, “2-3”, “4-5” recuperación “1-2” y dominancia “1”, “2-3”.

El *E. dunnii* (17) presentó daños “1”, “2-3”, recuperación “1-2” y dominancia “1”, “2-3”.

El *E. benthamii* (3) presentó daños “2-3”, “6-7” recuperación “1-2” y dominancia “1”, “2-3”.

Daño “4-5”:

Los genotipos que presentaron daño “4-5” en el ensayo No. 285 fueron los siguientes:

- 17 *E. dunnii x E. grandis* ( 1, 8, 13, 14, 15, 20, 21, 26, 27, 29, 34, 36, 39, 40, 42, 43, 49)
- 8 *E. benthamii* (5, 6, 10, 12, 14, 23, 26, 32)
- 7 *E. dunnii* (3, 5, 6, 10, 11, 14, 16)

- *E. grandis* (51)

Los *E. dunnii* x *E. grandis* (1, 13) presentaron daños “2-3”, “4-5”, capacidad de recuperación “1-2” y capacidad de dominancia “1”, “2-3”, “4”.

Los *E. dunnii* x *E. grandis* (21, 29, 39) presentaron daños “2-3”, “4-5”, capacidad de recuperación “1-2”, “3” y capacidad de dominancia “1”, “2-3”.

El *E. dunnii* (10), el *E. dunnii* x *E. grandis* (8) presentaron daños “2-3”, “4-5”, “6-7”, recuperación “1-2” y dominancia “1”, “2-3”, “4”.

El *E. dunnii* (16) presentaron daños “1”, “2-3”, “4-5” recuperación “1-2” y dominancia “1”, “2-3”.

El *E. grandis* (51), el *E. dunnii* (11) y los *E. dunnii* x *E. grandis* (1, 13) presentaron daños “2-3”, “4-5”, capacidad de recuperación “1-2” y capacidad de dominancia “1”, “2-3”, “4”.

Los *E. dunnii* x *E. grandis* (14, 15, 34, 36), los *E. dunnii* (3, 6, 14) y los *E. benthamii* (6, 12, 32) presentaron daños “2-3”, “4-5”, capacidad de recuperación “1-2” y capacidad de dominancia “1”, “2-3”.

Los *E. dunnii* x *E. grandis* (40, 42, 43, 49) presentaron daños “2-3”, recuperación “1-2” y dominancia “1”, “2-3”. El *E. dunnii* x *E. grandis* (20) presentó daños “4-5”, recuperación “1-2” y dominancia “1”, “2-3”.

Los *E. dunnii* x *E. grandis* (26, 27) presentaron daño “4-5”, recuperación “1-2”, dominancia “1”.

Los *E. benthamii* (5, 10, 14, 23, 26) presentaron daños “4-5”, “6-7”, recuperación “1-2”, dominancia “1”.

Daño “6-7”:

Los genotipos que presentaron daño “6-7” en el ensayo No. 285 fueron los siguientes:

- 17 *E. benthamii* (3, 5, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 20, 22, 23, 26, 27, 28, 29, 31, 33)
- *E. dunnii* x *E. grandis* (8)
- *E. dunnii* (10)

Los *E. benthamii* (5, 10, 14, 23, 26) presentaron daños “4-5”, “6-7”, recuperación “1-2” y dominancia “1”.

El *E. benthamii* (3) presentó daños “2-3”, “6-7” recuperación “1-2” y dominancia “1”, “2-3”.

El *E. dunnii* (10) y el *E. dunnii* x *E. grandis* (8) presentaron daños “2-3”, “4-5”, “6-7”, recuperación “1-2” y dominancia “1”, “2-3”, “4”.

Los *E. benthamii* (11, 16, 27, 31) presentaron daños “6-7”, recuperación “1-2” y dominancia “1”.

Los *E.benthamii* (15, 22, 29,33) presento daños “6-7”, recuperación “1-2” y dominancia “1”, “2-3”.

El *E.benthamii* (9) no fue evaluado debido a que los 2 individuos registraron clasificación de fuste “2” y “4” lo que significa árbol muerto y árbol caído respectivamente.

El *E.benthamii* (20) no fue evaluado debido a que los 5 individuos registraron clasificación de fuste “3” y “4” lo que significa árbol faltante y árbol caído respectivamente.

El *E.benthamii* (28) no fue evaluado debido a que los 4 individuos registraron clasificación de fuste “4” lo que significa árbol caído.

A partir de los datos presentados, en los *E.grandis* (5, 8, 9, 15, 17, 19, 20,22, 23, 25,27, 28,29, 31,32, 33, 34, 36, 40, 42, 45, 47, 54,62, 67,70, 73, 74,75,76 ), los *E.grandis* x *E.maidenii* (1, 3), el *E.dunnii* x *E.globulus/globulus* (1) y los *E.dunnii* x *E.grandis* ( 6,16, 19) se observó una relación entre el daño, su capacidad de recuperación y de dominancia. En el resto de los materiales evaluados, no fue posible establecer una relación entre el daño registrado, su capacidad de recuperación y de dominancia que permita explicar los resultados.

#### 4.7.2. Ensayo No. 286

Se realiza el análisis del daño por heladas, capacidad de recuperación y de dominancia de los materiales presentes en el ensayo No. 286.

Daño “2-3”:

Los genotipos que presentaron daño “2-3” en el ensayo No. 286 fueron los siguientes:

- 2 *E.grandis* (1,52)
- *E.grandis* x *E.maidenii* (2)

El *E.grandis* (1) presentó daños “2-3”, “4-5”, “6-7, recuperación “1-2” y dominancia “1”, “2-3”, “4”.

El *E.grandis* (52) presentó daños “2-3”, “4-5”, “6-7”, recuperación “1-2” y dominancia “1”, “2-3”.

El *E.grandis* x *E.maidenii* (2) presentó daños “2-3”, “4-5”, recuperación “1-2”, “3” y dominancia “1”, “2-3”.

Daño “4-5”:

Los genotipos que presentaron daño “4-5” en el ensayo No. 286 fueron los siguientes:

- 52 *E. grandis* (1, 2, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 31, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 62, 63, 66, 67, 68, 70, 71, 73, 74, 75)
- 15 *E.dunnii* x *E.grandis* (2, 3, 6, 10, 11, 14, 16, 21, 22, 23, 29, 34, 36, 40, 47)
- 4 *E.dunnii* (2, 3, 16, 17)
- 3 *E.bentharii* (14, 16, 23)
- 2 *E.grandis* x *E.maidenii* (2,3)
- *E.dunnii* x *E.globulus/globulus* (2)
- (*uro\* vim*) x *E.grandis* (2)
- *E.dunnii* x (*gra\*dun*) (2)

El *E.grandis* (1) presentó daños “2-3”, “4-5”, “6-7”, recuperación “1-2” y dominancia “1”, “2-3”, “4”.

Los *E.grandis* (2, 5, 21, 30, 45, 51, 56, 68, 71), los *E.dunnii* x *E.grandis* (10, 16, 21, 23,40), el *E.dunnii* (17), el *E.bentharii* (14) presentaron daños “4-5”, “6-7”, recuperación “1-2” y dominancia “1”.

Los *E.grandis* (6,10, 63, 73), los *E.dunnii* x *E.grandis* (2, 3, 11,14, 47), *E.dunnii* x *E-globulus/globulus* (2) y el (*uro\*vim*) x *E.grandis* (2) presento danos “4-5” recuperación “1-2”, dominancia “1”.

El *E.grandis* (27) presentó daño “4-5” recuperación “1-2”,”3” y dominancia “1”, “2-3”. El *E.grandis* (55) presentó daño “4-5” recuperación “1-2”,”3” y dominancia “1”, “2-3”, “4”.

Los *E.grandis* (19, 31, 41, 54, 66), el *E.dunnii* x *E.grandis* (6) presentaron daños “4-5” recuperación “1-2”, dominancia “1”, “2-3”.

El *E.dunnii* (2) presentó daños “4-5” recuperación “1-2”, dominancia “1”, “4”.

Los *E.grandis* (20, 42,43) presento daños “4-5” recuperación “1-2”, dominancia “1”, “2-3”, “4”.

Los *E.grandis* (8, 11, 12, 13, 15, 17, 26, 29, 35, 37, 47, 52, 53), los *E.dunnii* x *E.grandis* (34),los *E.dunnii* (3, 16), los *E.bentharii* (16)y el *E.dunnii* x (*gra\*dun*) (2) presentaron daños “4-5”, “6-7”, recuperación “1-2” y dominancia “1”, “2-3”.

Los *E.grandis* (18, 23, 24, 33, 36,46, 58, 67, 70,74),los *E.dunnii* x *E.grandis* (29, 36) y el *E.bentharii* (23) presentaron daño “4-5”, “6-7”, recuperación “1-2” y dominancia “1”, “2-3”, “4”.

Los *E.grandis* (57, 62, 75) presentaron danos “4-5”, “6-7”, recuperación “1-2” y dominancia “1”, “4”.

El *E.grandis* (39) presentó daños “4-5”, “6-7”, recuperación “1-2”, “3” y dominancia “1”, “2-3”, “4”. El *E.grandis* (40) presentó daños “4-5”, “6-7”, recuperación “1-2”, “3”,

“4” y dominancia “1”, “2-3”, “4”. El *E.dunnii x E.grandis* (22) presentó daños “4-5”, “6-7”, recuperación “1-2”, “4” y dominancia “1”, “4”.

El *E.grandis x E.maidenii* (2) presentó daños “2-3”, “4-5”, recuperación “1-2”, “3” y dominancia “1”, “2-3”.

El *E.grandis x E.maidenii* (3) presentó daño “4-5”, recuperación “1-2”, “3” y dominancia “1”, “2-3”.

Daño “6-7”:

Los genotipos que presentaron daño “6-7” en el ensayo No. 286 fueron los siguientes:

- 38 *E.grandis* (1, 2, 5, 8, 11, 12, 13,15, 17, 18, 21, 23, 24, 26, 29, 30, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 45, 46, 47, 51, 52, 53, 56, 57, 58, 62, 67, 68, 70, 71, 74, 75)
- 8 *E.benthamii* (5, 9, 11, 14, 16, 23, 26, 28)
- 7 *E.dunnii x E.grandis* (10, 16, 21, 29, 34, 36, 40)
- 3 *E.dunnii* (3,16,17)
- *E.dunnii x (gra\*dun)* (2)

*E.grandis* (1) presentó daños “2-3”, “4-5”, “6-7”, recuperación “1-2” y dominancia “1”, “2-3”, “4”.

Los *E.grandis* (2, 5, 21, 30, 45, 51, 56, 68, 71), los *E.dunnii x E.grandis* (10, 16, 21,40), el *E.dunnii* (17) y el *E.benthamii* (14) presentaron daños “4-5”, “6-7”, recuperación “1-2” y dominancia “1”.

El *E.grandis* (27) presentó daño “4-5” recuperación “1-2”, “3” y dominancia “1”, “2-3”. El *E.grandis* (55) presentó daño “4-5” recuperación “1-2”, “3” y dominancia “1”, “2-3”, “4”.

Los *E.grandis* (8, 11, 12, 13, 15, 17, 26, 29, 35, 37, 47, 52, 53), los *E.dunnii x E.grandis* (34), los *E.dunnii* (3, 16), los *E.benthamii* (16), y el *E.dunnii x (gra\*dun)* (2) presentaron daños “4-5”, “6-7”, recuperación “1-2” y dominancia “1”, “2-3”.

Los *E.grandis* (18, 23, 24, 33, 36,46, 58, 67, 70,74), los *E.dunnii x E.grandis* (29, 36) y el *E.benthamii* (23) presentaron daños “4-5”, “6-7”, recuperación “1-2” y dominancia “1”, “2-3”, “4”.

El *E.grandis* (57, 62, 75) presentaron daños “4-5”, “6-7”, recuperación “1-2” y dominancia “1”, “4”.

El *E.grandis* (39) presentó daños “4-5”, “6-7”, recuperación “1-2”, “3” y dominancia “1”, “2-3”, “4”.

El *E.grandis* (40) presentó daños “4-5”, “6-7”, recuperación “1-2”, “3”, “4” y dominancia “1”, “2-3”, “4”.

A partir de los datos presentados no fue posible establecer una relación entre el daño registrado por los materiales, su capacidad de recuperación y de dominancia que permita explicar los resultados.

#### 4.8. INTERACCIÓN GENOTIPO – AMBIENTE

El análisis de la interacción genotipo (materiales evaluados)-ambiente (ensayos) se realizó de acuerdo al número de ensayos en que participaron los materiales. Un importante porcentaje de los materiales evaluados presentaron diferente comportamiento a las condiciones locales de evaluación. Por tal motivo se analizaron los materiales de acuerdo a su presencia en dos o tres ensayos.

Se distinguen 3 situaciones en relación a la existencia o no de la interacción genotipo-ambiente.

- 1) Existencia de interacción genotipo - ambiente
- 2) Situación dudosa
- 3) No existencia de interacción genotipo – ambiente

##### 4.8.1 Materiales presentes en los tres ensayos

El análisis de la interacción genotipo – ambiente de los genotipos presentes en los tres ensayos se realiza evaluando cada material en dos y tres ensayos.

Existencia de interacción genotipo – ambiente en los tres ensayos:

Interacción genotipo – ambiente en los ensayos 284-285, 284-286 y 285-286:

- *E. grandis* x *E. maidenii* (3)

Existencia de interacción genotipo –ambiente en dos de los tres ensayos:

Interacción genotipo - ambiente en los ensayos 284 -286 y 285-286:

- 40 *E.grandis* (2, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 23, 24, 27, 29, 31, 33, 36, 37, 39, 40, 41,42, 45, 46, 47, 53, 54, 56, 57, 62, 63, 67, 68, 70, 71, 73, 74, 75)
- 10 *E.dunnii* x *E.grandis* (2, 3, 6, 10, 11, 14, 16, 22, 23, 47)
- 2 *E.dunnii* (2, 17)
- *E.dunnii* x *E.globulus/globulus* (2)
- (*uro\*vim*) x *E.grandis* (2)
- *E. dunnii* x (*gra\*dun*) (2)

Interacción genotipo- ambiente dudosa en los ensayos 284 y 285 los genotipos son:

- 28 *E.grandis* (2,5,6,8,10,11,12,13,17,19,24,29,31, 36,37,39,40,42,46,53,54,57, 67,68,70,71,73,75)
- 5 *E.dunnii* x *E.grandis* (2, 6, 11, 14, 47)
- *E.dunnii* x *E.globulus/globulus* (2)
- (*uro\*vim*) x *E.grandis* (2)

No existe interacción genotipo-ambiente en los ensayos 284-285 los genotipos son:

- 13 *E.grandis* (15, 18, 20, 23, 27, 33, 41, 45, 47, 56, 62, 63, 74)
- 4 *E.dunnii* x *E.grandis* (3, 10, 16, 23)

Interacción genotipo - ambiente ensayos 284 -285 y 284-286 los genotipos son:

Interacción genotipo – ambiente dudosa en los ensayos 285-286 los genotipos son:

- *E.benthamii* (9)
- *E.grandis* x *E.maidenii* (2)

Interacción genotipo - ambiente ensayos 284 -285 y 284-286 los genotipos son:

No existe interacción genotipo - ambiente ensayos 285-286 los genotipos son:

- *E.benthamii* (28)
- *E.dunnii* x (*gra\*dun*) (2)

Interacción genotipo – ambiente únicamente en ensayos 284-286.

Interacción genotipo - ambiente dudosa en los ensayos 285-286 y 284-285 los genotipos fueron:

- 3 *E.dunnii* x *E.grandis* (21, 29, 36)
- 2 *E.dunnii* (3, 16)
- *E.grandis* ( 51)

Interacción genotipo – ambiente ensayos 284-286 .En el ensayo No. 285 los siguientes genotipos presentaron clasificación de fuste muerto, caído o enfermo lo que no permitió su evaluación por la variable “daño por heladas”:

- 8 *E.grandis* (21, 26, 30, 35, 43, 55, 58, 66)

Interacción genotipo – ambiente ensayos 284-285.

Interacción genotipo – ambiente dudosa en los ensayos 284-286 y 285-286 el genotipo fue:

- *E.benthamii* (16)

Interacción genotipo – ambiente ensayos 284-285 y 284-286 dudosa.

No existe interacción genotipo-ambiente ensayos 285-286 los genotipos fueron:

- 3 *E.benthamii* (11, 14, 23)

Interacción genotipo – ambiente ensayos 284-286 y 285-286 dudosa.

No existe interacción genotipo-ambiente ensayos 284-285 el genotipo fue:

- *E.benthamii* (5)

Situaciones dudosas

- 2 *E.grandis* (1, 52)
- 2 *E.dunnii* x *E.grandis* (34, 40)

En el caso del *E.grandis* (1, 52) en los tres ensayos se registró daño “2-3”.

En el caso de *E.dunnii* x *E.grandis* (34, 40) se registró daño “4-5”.

#### 4.8.2. Materiales presentes en dos ensayos

Interacción genotipo –ambiente ensayos 284-285

- 7 *E.benthamii* (3, 15, 20, 22, 27, 29, 31)
- 2 *E.dunnii* x *E.grandis* (20, 27)
- *E.dunnii* (5)

Situaciones dudosas

- 14 *E.dunnii* x *E.grandis* (1, 5, 8, 13, 15, 17, 18, 19, 26, 39, 42, 43, 45, 47)
- 5 *E.grandis* (7, 32, 34, 60, 76)
- 5 *E.benthamii* (6, 10, 12, 32, 33)
- 4 *E.dunnii* (6, 10, 11, 14)
- *E.grandis* x *E.maidenii* (1)
- *E.dunnii* x *E.globulus/globulus* (1)
- (*uro\*vim*) x *E.grandis* (1)

No existencia de interacción genotipo – ambiente

- 2 *E.dunnii* x *E.grandis* (30, 49)
- *E.grandis* (9,14, 22, 25, 28)

#### 4.8.3. Materiales presentes en un ensayo

Se identifican 59 genotipos (31% del total) evaluados únicamente en el ensayo No. 284.

Los genotipos instalados únicamente en el ensayo No. 284 fueron los siguientes:

- 17 *E.dunnii* x *E.grandis* (4, 7, 9, 12, 24,25,28,31,32,33,35,37, 38, 41, 44, 46, 50)
- 14 *E.grandis* (3, 4, 16, 38, 44, 48, 49, 50, 59, 61, 64, 65, 69, 72)
- 13 *E.benthamii* (1, 2, 4, 7, 8, 13, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 30)
- 8 *E.dunnii* (1, 4, 7, 8, 9, 12, 13, 15)
- 4 *E.dunnii* x (*gra\*dun*) (1, 3, 4, 5)
- 2 *E.grandis* x *E.dunnii* (1, 2)
- *E.dunnii* x *E.globulus/globulus*

El diferente comportamiento de un mismo genotipo en los distintos ambientes provoca una seria dificultad al momento de realizar la selección de los materiales para uso comercial. A manera de ejemplo se analiza el *Eucalyptus grandis* (1) evaluado en los tres ensayos y el *Eucalyptus grandis* (60) evaluado en dos ensayos.

- *Eucalyptus grandis* (1)

Cuadro No. 14. Daño en ensayo No. 284

Ensayo	Daño "0"	Daño "1"	Daño "2-3"	Daño "4-5"	Daño "6-7"
284	-	X	X	-	-
No.	-	2/37	35/37	-	-

Cuadro No. 15. Daño en ensayo No. 285

Ensayo	Daño "0"	Daño "1"	Daño "2-3"	Daño "4-5"	Daño "6-7"
285	X	X	X	-	-
No.	1/42	3/42	38/42	-	-

Cuadro No. 16. Daño en ensayo No. 286

Ensayo	Daño "0"	Daño "1"	Daño "2-3"	Daño "4-5"	Daño "6-7"
286	-	-	X	x	x
No.	-	-	2/155	101/155	41/155

El *E.grandis* (1) fue evaluado en los ensayos No. 284 (total 37 individuos), 285 (42 individuos) y 286 (155 ejemplares). En el ensayo 284 dos individuos mostraron daño "1" y 35 daño "2-3". En el ensayo 285 el comportamiento global es similar (amplia mayoría con daño "2-3") pero se registra un ejemplar con daño "0" (muerte). Para el caso del ensayo 286 la gran mayoría del daño corresponde a valores "4-5" (incluso

individuos con menos daño), sin registrarse valores inferiores a “2-3”. En conclusión, frente a eventos de helada similares a la ocurrida, sería de esperar que el genotipo *Eucalyptus grandis* 1 se comportara con daño ”2-3 en Paysandú y daño “4-5” en Río Negro.

El genotipo *E.grandis* (60) fue evaluado en los ensayos No. 284 y 285, aunque con menos individuos que en el caso anterior. El comportamiento es más homogéneo en el No. 285. En el No. 284 la mayoría de los individuos evaluados presentaron daño similar al presentado en el No. 285, pero hay cinco ejemplares que se desvían presentando daños más graves (0 y 1).

- *Eucalyptus grandis* (60)

Cuadro No. 17. Daño en ensayo No. 284

Ensayo	Daño “0”	Daño “1”	Daño “2-3”	Daño “4-5”	Daño” 6-7”
284	X	X	X	-	-
No.	1/11	4/11	6/11	-	-

Cuadro No. 18. Daño en ensayo No. 285

Ensayo	Daño “0”	Daño “1”	Daño “2-3”	Daño “4-5”	Daño “6-7”
285	-	-	X	-	-
No.	-	-	4/4	-	-

#### 4.9 ANÁLISIS CLÚSTER- PERDIDAS

##### 4.9.1. Ensayo No .284

Se realizó el análisis Clúster para la variable:

- Daño por heladas

La estadística descriptiva de la variable “daño por heladas” que más discrimina los grupos (clústeres) según stepdisc es la siguiente:

Cuadro No. 19. Estadística descriptiva - Clúster No. 284

Clúster	N	Daño heladas ”0”		Daño heladas “1”		Daño heladas “2-3”		Daño heladas “4-5”		Daño heladas “6-7”	
		Media	Desvío std.	Media	Desvío std.	Media	Desvío std.	Media	Desvío std.	Media	Desvío std.
1	63	0.214	0.251	0.263	0.221	0.497	0.207	0.026	0.098	0.000	0.000
2	101	0.024	0.059	0.029	0.055	0.946	0.075	0.002	0.014	0.000	0.000
3	27	0.000	0.000	0.006	0.032	0.029	0.067	0.921	0.120	0.044	0.099

Del ensayo No. 284 se estructuran tres clústeres. Al observar el cuadro No. 19 es posible afirmar que los clústeres presentan importantes diferencias entre sí.

El clúster 3 (27 genotipos) es el único clúster que presenta valor distinto a 0 para la media calculada de “daño por heladas 6-7”, lo que permite afirmar que es el único clúster en el que los genotipos presentan el menor daño. En contraposición, la media de “daño por heladas 0” es 0, lo que indica que los materiales no registraron daño “0” (peor daño = muerte). La media de “daño por heladas 1 y 2-3” presenta valores inferiores a las de los clústeres 1 y 2, indicando que se registraron pocos materiales con daño “1” y “2-3”. La media de “daño por heladas 4-5” del clúster 3 presenta un valor muy interesante ya que el ensayo No. 284 fue el más afectado. Por lo tanto, los genotipos que registraron daño “4-5” (clúster 3) se destacan por presentar nivel de daño menor a los genotipos de los clústeres 1 y 2 (muestran daño “2-3”). Los genotipos que pertenecen al clúster 3 son en su totalidad *Eucalyptus benthamii* lo que permite destacar a esta especie frente a las demás evaluadas. De los 33 genotipos evaluados en el ensayo pertenecientes a *E. benthamii*, se destacan los 27 integrantes del clúster 3 por el comportamiento descrito.

El clúster 1 (63 genotipos) presenta el mayor valor de la media de “daño por heladas 0 y 1” (clúster que presentó mayor daño). A partir del cuadro No. 19 es posible observar que la mayoría de los individuos integrantes del clúster presentaron daño “2-3”, no registrándose genotipos con daño “6-7”.

Al observar los valores estadísticos obtenidos del clúster 2 se destaca la media de “daño por heladas 2-3”. Las medias de “daño por heladas 0 y 1” son muy bajas pero superiores a la calculada para “daño por heladas 4-5”. Como ya se mencionó, no se registró valor para el “daño por heladas 6-7”. La diferencia entre los clústeres 1 y 2 reside en que el clúster 1 presentó mayor daño “0” y “1” y el clúster 2 presentó una mayor concentración de daño “2-3” y menor daño “0” y “1”.

Se concluye que el clúster 3 se integró con genotipos con mejor comportamiento al daño por heladas. El clúster 2, integrado por el mayor número de genotipos (101), presentó una situación intermedia, mientras que los genotipos del clúster 1 presentaron el peor comportamiento.

Se registraron los siguientes genotipos en cada uno de los (clústeres). Ver anexo No. 27.

En el clúster 1 se registraron 63 genotipos. Los genotipos fueron:

- 36 *E.grandis* (5, 6, 7, 8, 12, 16, 19, 21, 24, 26, 29, 30, 32, 37, 39, 40, 42, 43, 46, 48, 49, 50, 54, 55, 56, 60, 65, 66, 67, 68, 71, 72, 74, 75, 76)
- 10 *E.dunnii x E.grandis* (2, 4, 6, 17, 20, 26, 34, 40, 41, 44)
- 9 *E.dunnii* (2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 15)
- 3 *E.grandis x E.maidenii* (1, 2, 3)
- 2 (*uro\*vim*) *x E.grandis* (1, 2)
- 2 *E.benthamii* (8, 23)
- *E.dunnii x E.globulus/globulus* (2)

En el clúster 2 se registraron 101 genotipos. Los genotipos fueron:

- 40 *E.grandis* (1, 2, 3, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 17, 18, 20, 22, 23, 25, 27, 28, 31, 33, 34, 35, 36, 38, 41, 44, 45, 47, 51, 52, 53, 57, 58, 59, 61, 62, 63, 64, 69, 70, 73)
- 40 *E.dunnii x E.grandis* (1,3,5,7,8,9,10,11,12,13, 14, 15, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36,37,38, 39, 42, 43, 45,46, 47,48,49, 50)
- 8 *E.dunnii* (1, 5, 7, 12, 13, 14, 16, 17)
- 5 *E.dunnii x (gra\*dun)* (1, 2, 3, 4, 5)
- 4 *E.benthamii* (4, 6, 12, 32)
- 2 *E.grandis x E.dunnii* (1, 2)
- 2 *E.dunnii x E.globulus/globulus* (1)

En el clúster 3 se registraron 27 genotipos. Los genotipos fueron:

- 27 *E.benthamii* (1, 2, 3, 5, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33)

#### 4.9.2. Ensayo No .285

Se realizó el análisis Clúster para las variables:

- daño por heladas
- capacidad de recuperación
- capacidad de dominancia
- diferencia de altura

Las variables que más discriminan los grupos fueron:

- daño por heladas “6-7”
- daño por heladas “4-5”
- diferencia de altura
- capacidad de recuperación “4”

- capacidad de dominancia “1”

La estadística descriptiva de las variables que más discriminan los grupos según stepdisc son las siguientes:

Cuadro No. 20. Estadística descriptiva- Clúster No. 285

Clúster	N	Daño heladas “4-5”		Daño heladas “6-7”		Cap. Recuperación “4”		Cap.dominancia “1”		Diferencia de altura	
		Media	Desvío std.	Media	Desvío std.	Media	Desvío std.	Media	Desvío std.	Media	Desvío std.
1	34	0.012	0.051	0.000	0.000	0.002	0.013	0.416	0.210	2.216	0.197
2	14	0.062	0.103	0.916	0.132	0.000	0.000	0.754	0.250	3.794	0.622
3	45	0.067	0.132	0.000	0.000	0.002	0.014	0.497	0.233	2.974	0.310
4	14	0.806	0.164	0.164	0.048	0.000	0.000	0.858	0.153	3.029	0.310
5	14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.056	0.077	0.233	0.147	1.147	0.380

“Diferencia de altura” expresa el incremento en altura de los individuos evaluados entre el daño por heladas y su recuperación. Los genotipos que integran los clústeres que registran mayor diferencia de altura son los que registraron mayor crecimiento.

Al comparar las medias de “diferencia de altura” (Cuadro No. 20) el mayor valor corresponde al clúster 2, coincidiendo con el valor mayor para la media de daño por heladas “6-7”. La media de “capacidad de dominancia 1” del clúster 2, permitiría deducir que los genotipos presentaron el mejor grado de recuperación (media 0 de “capacidad de recuperación 4” = peor valor de recuperación). Los genotipos que integran el clúster 2 son en su mayoría *Eucalyptus benthamii* y un genotipo *Eucalyptus dunnii*. Lo anterior ubica al genotipo *Eucalyptus benthamii* como el genotipo de mejor comportamiento considerando las variables ya citadas por las que discrimina el análisis Clúster.

El clúster 4 es el que muestra el segundo mayor valor de la media de “diferencia de altura”. Los 14 genotipos que integran el clúster presentaron daño “6-7” (materiales con menor “daño por heladas”). Es el clúster con mayor media de “daño por heladas 4-5”, además no encontrarse individuos con el peor grado de recuperación. Debe señalarse que el clúster 4 se integra en su mayoría por genotipos pertenecientes a *E. dunnii* x *E. grandis*, destacándose además *E. benthamii* y *E. dunnii*.

El tercer valor de la media de “diferencia de altura” corresponde al clúster 3, integrado por 45 genotipos (es el clúster más numeroso). El clúster 3 se caracteriza por presentar genotipos con “daño por heladas 4-5”, “capacidad de dominancia 1” y “capacidad de recuperación 4”. No se registraron genotipos con “daño por heladas 6-7”. El clúster está integrado por gran diversidad de genotipos.

El cuarto valor de la media de “diferencia de altura” corresponde al clúster 1, integrado por 34 genotipos. Se caracterizan por haber presentado “daño por heladas 4-5”, “capacidad de recuperación 4”, y “capacidad de dominancia 1”. No se registraron genotipos con la mejor clasificación de la escala. Si bien la media para “diferencia de altura” es inferior a los clústeres 2, 3 y 4, es casi el doble de la del clúster de peor comportamiento (clúster 5).

El clúster que presentó el menor registró de altura fue el 5, el cual se identifica con los genotipos que presentaron el comportamiento menos deseable: mayor valor de “capacidad de recuperación 4” (mayor número de genotipos con el peor grado de recuperación al daño por heladas); menor valor de “capacidad de dominancia 1”; con media 0 de “daño por heladas 4-5 y 6-7” (sufrieron los mayores daños).

Se concluye que los clústeres 2 y 4 presentaron genotipos con el daño más leve de helada (daño por heladas “6-7”) y los mayores valores de las medias de “diferencia de altura”, posicionándolos en primer y segundo lugar respectivamente en comportamiento frente al daño por heladas. Los clústeres 1, 3 y 5 que presentaron genotipos con el peor grado de recuperación (capacidad de recuperación “4”) se ubican en las tres últimas posiciones en relación a la “diferencia de altura”.

Se registraron los siguientes genotipos en cada uno de los clústeres. Ver anexo No. 27.

En el clúster 1 se registraron 34 genotipos. Los genotipos fueron:

- 27 *E.grandis* (2,7,11,12,13,14,18,23,24,27,29,31,32,33,34,36,37,39,52,56, 57,58,60,63,68,70,76)
- 5 *E.dunnii* x *E.grandis* (6, 19, 21, 22, 40)
- *E.grandis* x *E.maidenii* (2)
- (*uro*\* *vim*) x *E.grandis* (2)

En el clúster 2 se registraron 14 genotipos. Los genotipos fueron:

- 13 *E.benthamii* ( 3, 5, 11, 14, 15, 16, 22, 23, 26, 27, 29, 31, 33)
- *E.dunnii* (10)

En el clúster 3 se registraron 45 genotipos. Los genotipos fueron:

- 19 *E.dunnii* x *E.grandis* (2,3,5,10,11,14,15,16,17,18, 23,30,39,42 43,45,4y,,48, 49)
- 14 *E.grandis* (1, 6, 10, 17, 22, 25, 41, 45, 46, 51, 53, 62, 71, 73)
- 2 *E.dunnii* x *E.globulus/globulus* (1, 2)
- *E.dunnii* ( 2, 3, 11, 14, 16, 17)
- *E.benthamii* (32)
- *E.grandis* x *E.maidenii* (1)
- *E.dunnii* x (*gra* \* *dun*) (2)
- (*uro*\**vim*) x *E.grandis* (1)

En el clúster 4 se registraron 14 genotipos. Los genotipos fueron:

- 9 *E.dunnii* x *E.grandis* (1, 8, 13, 20, 26, 27, 29, 34, 36)
- 2 *E.dunnii* (5, 6)
- *E.benthamii* (6, 10, 11)

En el clúster 5 se registraron 14 genotipos. Los genotipos fueron:

- 13 *E.grandis* (5, 8, 9, 15, 19, 20, 28, 40, 42, 47, 67, 74, 75)
- *E.grandis* x *E.maidenii* (3)

#### 4.9.3. Ensayo No .286

Se realizó el análisis Clúster para las variables:

- daño por heladas
- capacidad de recuperación
- capacidad de dominancia
- diferencia de altura

Las variables que más discriminan los grupos fueron:

- daño por heladas “6-7”
- diferencia de altura
- capacidad de recuperación “1-2”
- capacidad de recuperación “3”
- capacidad de dominancia “2-3”

La estadística descriptiva de las variables que más discriminan los grupos según stepdisc son las siguientes:

Cuadro No. 21: Estadística descriptiva- Clúster No. 286

Clúster	N	Daño heladas "2-3"		Daño heladas "6-7"		Cap.recuperación "1-2"		Cap. dominancia "2-3"		Diferencia de altura	
		Media	Desvío std.	Media	Desvío std.	Media	Desvío std.	Media	Desvío std.	Media	Desvío std.
1	26	0.001	0.003	0.100	0.114	1.000	0.000	0.035	0.061	4.426	0.332
2	32	0.005	0.019	0.145	0.139	0.994	0.024	0.200	0.177	3.592	0.243
3	17	0.000	0.000	0.763	0.233	1.000	0.000	0.066	0.074	3.877	0.431
4	9	0.000	0.000	0.067	0.153	0.848	0.179	0.337	0.193	2.874	0.322

Los genotipos pertenecientes al clúster 1 registraron el mayor valor de media de "diferencia de altura" lo que indicaría que presentaron mayor crecimiento posterior al evento de helada. Se destaca que los clústeres 1 y 3 presentaron los mayores valores de la media calculada de "capacidad de recuperación 1-2", indicando que los genotipos presentarían el mejor grado de recuperación al daño. La media de "daño por heladas 2-3" (clúster 1) es distinta a cero, al igual que el clúster 2, indicando que ambos clústeres registraron individuos con daño "2-3". Lo destacable en el clúster 1 es que, si bien los 26 genotipos presentaron el nivel de daño por heladas más grave en este ensayo, mostraron el mayor registro de diferencia de altura, lo que permite afirmar que son materiales con una excelente capacidad de recuperación al daño.

El clúster 3 es el segundo en valor de media de "diferencia de altura". No se registraron genotipos con "daño por heladas 2-3". Presentó los valores más altos de media de "daño por heladas 6-7" y "capacidad de recuperación 1-2", lo que indicaría que el alto valor de "diferencia de altura" no se debe a recuperación sino al hecho de ser menos afectados por los eventos de helada.

El clúster 2 es el que ocupa el tercer lugar en valor de media de "diferencia de altura". Los genotipos presentaron el daño más severo a helada "2-3" (mayor media aunque de muy bajo absoluto). Sin embargo, al observar la media de "daño por heladas 6-7" el clúster 2 presenta el segundo valor más alto, lo que permitiría también indicar que los genotipos presentaron leve daño por heladas. Al analizar los valores de las dos variables analizadas conjuntamente con la media de "capacidad de recuperación 1-2", se concluye que los genotipos presentan un grado interesante de recuperación.

El clúster 4 se ubica en último lugar en "diferencia de altura" y en "daño por heladas 6-7". Se caracteriza por haber presentado la mayor media de "capacidad de dominancia 2-3", la menor media de "capacidad de recuperación 1-2" y no se presentaron genotipos con daño por heladas "2-3".

Se concluye que los clústeres 1 y 3 presentaron la mayor diferencia de altura y capacidad de recuperación “1-2”. En el caso del clúster 3 coincide además con que es el clúster que presenta la media de daño por heladas “6-7” más alta, lo que indicaría que los genotipos presentaron el menor daño por heladas de la escala. Los genotipos de los clústeres 2 y 4 presentaron la menor diferencia de altura y capacidad de recuperación y los valores más altos de “capacidad de dominancia 2-3”. En términos generales se concluye que el clúster 3, integrado por 17 genotipos de los cuales 8 son *E.benthamii*, presentaron el dato más sobresaliente en cuanto a daño por heladas “6-7” y capacidad de recuperación “1-2”.

Se registraron los siguientes genotipos en cada uno de los clústeres. Ver anexo No. 27.

En el clúster 1 se registraron 26 genotipos. Los genotipos fueron:

- 17 *E.grandis* (1, 2, 6, 10, 11, 13, 17, 21, 26, 30, 41, 45, 57, 71, 73, 74, 65)
- 7 *E.dunnii x E.grandis* (2, 3, 6, 11, 16, 21, 23)
- *E. dunnii x E.globulus/globulus* (2)
- (*uro \* vim*) *x E. grandis* (2)

En el clúster 2 se registraron 32 genotipos. Los genotipos fueron:

- 23 *E.grandis* (5, 8, 15, 18, 19, 23, 29, 31, 35, 36, 37, 39, 43, 46, 52, 53, 54, 56, 58, 63, 66, 68, 70)
- 4 *E.dunnii x E.grandis* (14, 29, 36, 47)
- 3 *E.dunnii* (2, 16, 17)
- *E. grandis x E.maidenii* (2)
- *E. dunnii x (gra\*dun)* (2)

En el clúster 3 se registraron 17 genotipos. Los genotipos fueron:

- 8 *E.benthamii* (5, 9, 11, 14, 16, 23, 26, 28)
- 5 *E.grandis* (24, 33, 51, 62, 67)
- 3 *E.dunnii x E.grandis* (10, 34, 40)
- *E.dunnii* (3)

En el clúster 4 se registraron 9 genotipos. Los genotipos fueron:

- 7 *E.grandis* (12, 20, 27, 40, 42, 47, 55)
- *E.grandis x E.maidenii* (3)
- *E.dunnii x E.grandis* (22)

#### 4.9.4 Análisis de pérdidas

Con el objetivo de estimar la pérdida de crecimiento en altura por efecto de las heladas se compararon las alturas totales (m) de los individuos evaluados en los ensayos No. 285 y No. 286. Para realizar el análisis se consideró la última medición de altura. El procedimiento consistió en seleccionar los 5 mejores registros de altura de cada uno de los individuos y calcular la media estadística. Este procedimiento se efectuó para cada genotipo y en ambos ensayos. Se compararon 84 genotipos. A continuación se desarrolla el análisis de pérdidas por especie:

##### *Eucalyptus grandis*:

Fueron evaluados y comparados 52 genotipos. En los *E.grandis* se observó que la mayoría de los materiales presentaron mayor altura en el ensayo No. 286 con la excepción de 3 genotipos. Los genotipos que presentaron mayor crecimiento en altura en el ensayo No. 285 fueron los *E.grandis* (17, 27, 71). El crecimiento en altura del *E.grandis* (17) fue 0.29% superior en el ensayo No. 285. El *E.grandis* (27) registró una superioridad del 9.28% en el ensayo No. 285. El crecimiento del *E.grandis* (71) fue 1.19% mayor en el ensayo No. 285. La mayor diferencia de crecimiento fue constatada en el *E.grandis* (75) cuyo crecimiento fue 31.8% superior en el ensayo No. 286. La menor diferencia entre el registro de altura de los materiales evaluados corresponde al *E.grandis* (47). El *E.grandis* (47) registró una diferencia de 0.70% a favor del ensayo No. 286. A partir del análisis surge también que el *E.grandis* (40) no presentó diferencia entre los ensayos.

##### *E.dunnii x E.grandis*:

Fueron evaluados y comparados 15 genotipos de los cuales 10 experimentaron mayor crecimiento en el ensayo No. 286 y los 5 restantes registraron mayor altura en el ensayo No. 285. Entre los *E.dunnii x E.grandis* que presentaron mayor crecimiento en el ensayo No. 285 se destaca el *E.dunnii x E.grandis* (34) por presentar una superioridad del orden del 12.10%. En relación a los *E.dunnii x E.grandis* que registraron mayor crecimiento en el ensayo No. 286 se destaca el *E.dunnii x E.grandis* (47) porque se diferenció en un 18.21% con respecto al ensayo No.285. El genotipo que experimentó menor diferencia en su altura entre los ensayos fue el *E.dunnii x E.grandis* (10) el cual presentó un crecimiento 0.85% mayor en el ensayo No. 286.

##### *E.benthamii*:

Fueron evaluados 8 genotipos de los cuales 4 registraron mayor crecimiento en altura en el ensayo No. 285 y 2 en el ensayo No. 286. Por último, 2 genotipos no pudieron ser comparados. La mayor diferencia en altura entre los ensayos fue constatada por el *E.benthamii* (26) el cual presentó un incremento de crecimiento del 16.25% en el ensayo No. 286 en relación al No. 285. En segundo lugar se ubica al *E.benthamii* (14) ya que registró una superioridad del 15.28% en su crecimiento en el ensayo No. 285. La menor diferencia de altura entre los ensayos fue registrada en el *E.benthamii* (11) el cual presentó una diferencia de crecimiento del 1.16% en el ensayo No. 285.

Los *E.benthamii* (9, 28) no pudieron ser comparados en cuanto a la variable “altura total” debido a que en el ensayo No. 285 presentaron clasificación de fuste “2” y “4”.

*E.dunnii*:

Fueron evaluados y comparados 4 genotipos. El *E.dunnii* (2) fue el único de los *E.dunnii* comparados que presentó mayor altura en el ensayo No. 285. La diferencia en altura entre los ensayos para el *E.dunnii* (2) fue del 2.44% a favor del ensayo No. 285. La mayor diferencia en altura fue constatada en el *E.dunnii* (16). El *E.dunnii* (16) mostró una superioridad de crecimiento del orden del 13.85% a favor del ensayo No. 286.

*E.grandis x E.maidenii*:

Fueron evaluados y comparados 2 genotipos. Los mismos presentaron mayor crecimiento en altura en el ensayo No. 286. Se registró en el *E.grandis x E.maidenii* (2) una diferencia del 17.38%. La diferencia estimada para el *E.grandis x E.maidenii* (3) fue del 28.12%.

*E.dunnii x E.globulus/globulus*:

Fue evaluado y comparado un único genotipo el cual registró mayor altura en el ensayo No. 286. Se registró una diferencia del 7.75% a favor del ensayo No. 286.

*(uro\*vim) x E.grandis*:

Fue evaluado y comparado un único genotipo el cual presentó mayor crecimiento en el ensayo No. 286. Se registró una diferencia del 9.82% a favor del ensayo No. 286.

*E.dunnii x (gra\*dun)*:

Fue evaluado y comparado un único genotipo el cual presentó mayor crecimiento en altura en el ensayo No. 285 con respecto al ensayo No. 286. Se registró una diferencia del 0.52% de crecimiento a favor del ensayo No. 285.

A partir del análisis presentado es posible concluir:

- La mayoría de genotipos registraron mayor crecimiento en altura en el ensayo No. 286 en relación al ensayo No. 285. Lo anterior se relaciona y se explica porque el ensayo No. 285 fue más afectado por las heladas por lo tanto los materiales evaluados registraron menor crecimiento como resultado del daño por bajas temperaturas.
- La diferencia en % de crecimiento o registro de altura (m) a favor del ensayo No. 286 se interpreta como la pérdida de crecimiento que experimentaron los materiales evaluados en el ensayo No. 285.
- En los materiales del ensayo No. 285 que presentaron mayor registro de altura se podría estimar que los mismos resultaron menos afectados por las heladas y que experimentaron mejor crecimiento como resultado de la combinación de su genotipo y las características agronómicas del sitio.

En términos generales es posible concluir:

- De los 84 genotipos evaluados, 68 presentaron mayor registro en altura en el ensayo No. 286, 14 presentaron mayor registro en altura en el ensayo No. 285 y 2 no pudieron ser evaluados por su clasificación de fuste.
- El *E.grandis* (40) presentó el mismo registro de altura en los dos ensayos. Lo que permite afirmar en relación a su crecimiento en altura que no se evidenciaron pérdidas. El *E.grandis* (40) presentó daño “2-3” en el ensayo No. 285 y daños “4-5” y “6-7” en el ensayo No. 286. Lo anterior indicaría que en el ensayo No. 285 el *E.grandis* (40) presentó un crecimiento destacable.
- El *E.grandis* (75) registró la mayor pérdida de crecimiento en el ensayo No. 285. Se produjo una diferencia del 31.8% a favor del ensayo No. 286. La pérdida de crecimiento del *E.grandis* puede relacionarse y explicarse porque el genotipo resultó muy afectado por las bajas temperaturas. El *E.grandis* (75) presentó daños “0” y “1 en el ensayo No. 285.
- El *E.grandis* (47) registró la menor pérdida de crecimiento en altura en el ensayo No. 285. Se produjo una diferencia del 0.7% a favor del ensayo No. 286. El *E.grandis* (47) presentó daño “2-3” en el ensayo No. 285 y daños “4-5” y “6-

7” en el ensayo No. 286. Lo anterior indicaría que en el ensayo No. 285 el *E.grandis* (47) presentó un crecimiento destacable.

- De los 6 *E.benthamii* evaluados, 4 genotipos presentaron mayor crecimiento en el ensayo No. 285 en relación a los evaluados en el ensayo No. 286. Los 4 genotipos presentaron el menor nivel de daño por heladas (“6-7”) en el ensayo No. 285 lo que les permitió alcanzar un crecimiento destacable y mayor que en el ensayo No. 286.
- Los 14 genotipos que no registraron pérdidas en su crecimiento en altura en el ensayo No. 285 en relación al No. 286 fueron: *E.grandis* (17, 27, 71), *E.dunnii* x *E.grandis* (14, 29, 34, 36, 40) y *E.benthamii* (5, 11, 14, 16), *E.dunnii* (2), *E.dunnii* x (*gra\*dun*) (2). Los *E.grandis* (17, 27, 71), el *E.dunnii* (2) y el *E.dunnii* x (*gra\*dun*) (2). registraron daño “2-3” en el ensayo No. 285. Los *E.dunnii* x *E.grandis* (14, 29, 34, 36, 40) presentaron daños “2-3” y “4-5” en el ensayo No. 285. Los *E.benthamii* (5, 14) presentaron daño “4-5” y “6-7”. Los *E.benthamii* (11, 16) presentaron daño “6-7”. Como puede observarse los genotipos citados registraron distintos grados de daño pero ninguno de gravedad lo que explica el crecimiento registrado.
- El *E.benthamii* (14) fue el genotipo que presentó mayor diferencia en altura en porcentaje a favor del ensayo No. 285. A partir de lo anterior es posible afirmar que el genotipo presentó un buen comportamiento a las bajas temperaturas del año 2012 y que presentó un buen crecimiento en el ensayo.
- Como fue mencionado el *E.benthamii* (14) y el *E.grandis* (75) presentaron los máximos registros de diferencia en crecimiento en los ensayos No. 285 y No.286 respectivamente. Ante una silvicultura con heladas podría seleccionarse el *E.benthamii* (14) para sitios de plantación similares al ensayo No.285. En cuanto al *E.grandis* (75) podría ser seleccionado para sitios de plantación similares al ensayo No.286.

## 5. CONCLUSIONES

Luego de haber analizado la respuesta de los genotipos al daño por helada, su capacidad de recuperación y de dominancia en los tres establecimientos, fue posible identificar el comportamiento de los materiales y caracterizar los sitios de evaluación.

Los materiales evaluados en “La Vanguardia” (No. 284) registraron los daños más severos, no registraron recuperación al daño y por lo tanto no se evaluó capacidad de dominancia.

Los materiales evaluados en “Santa Matilde” (No. 285) resultaron menos afectados que los materiales de “La Vanguardia” y más afectados que los de “El Chajá” (No. 286). Los materiales evaluados en “Santa Matilde” registraron peor nivel de recuperación y de dominancia que los materiales evaluados en “El Chajá”.

Los materiales evaluados en “El Chajá” registraron los menores niveles de daño por heladas, el mejor nivel de recuperación al daño y de dominancia.

No fue posible establecer una relación entre el daño sufrido por los materiales y su capacidad de recuperación ni entre el daño sufrido por los materiales y su capacidad de dominancia. Por consiguiente, tanto la capacidad de recuperación al daño por heladas como la capacidad de dominancia de los materiales podría relacionarse con el genotipo y no así con el daño sufrido.

El comportamiento de los materiales evaluados en relación a la interacción genotipo – ambiente permitió detectar tres situaciones:

- existencia de interacción
- no existencia de interacción
- situación de incertidumbre

El diferente comportamiento de un mismo genotipo en los distintos ambientes provoca una seria dificultad al momento de seleccionar los materiales para su uso comercial.

A partir de la evaluación realizada se logró identificar tanto a nivel de especie como de híbridos los materiales más sensibles y más tolerantes a las bajas temperaturas. Sin embargo, fue posible reconocer materiales más tolerantes dentro de los considerados más sensibles y materiales más sensibles dentro de los considerados más tolerantes.

El estudio permitió posicionar al *Eucalyptus benthamii* como la especie promisoría frente a eventos de estrés como son los eventos de helada.

En contraposición, la especie *E.grandis* sufrió los mayores daños por heladas en los ensayos No.284 y 285. Además, el *E.grandis* se destacó por presentar capacidad de dominancia “4”. En los materiales con dominancia “4” obligatoriamente se deben realizar intervenciones correctivas y de manejo. Esta práctica implica un costo adicional al costo inicial de la plantación.

Sería recomendable incluir en futuras evaluaciones y en distintos ambientes los genotipos que fueron evaluados únicamente en el ensayo más afectado por las heladas (No. 284) y que registraron daño por heladas “2-3”.

Se evaluó la diferencia en altura de los materiales entre el evento de heladas y su recuperación. Se comprobó que los genotipos que presentaron mayor crecimiento en altura fueron los menos afectados por el daño por heladas (daño “6-7”) y los que presentaron mejor grado de recuperación al daño “1-2”.

Lo anterior permitiría concluir que ante una silvicultura con heladas se debería incluir materiales con tolerancia y recuperación al daño por heladas en los programas de mejoramiento genético. En cuanto a las medidas de manejo se necesitaría delimitar las áreas a plantar según el riesgo de ocurrencia de heladas. En relación a los materiales, se deberían seleccionar los más promisorios y de rápido crecimiento como estrategia para minimizar los daños por bajas temperaturas.

## 6. RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en tres establecimientos propiedad de la empresa Forestal Oriental S.A. en los departamentos de Paysandú y Río Negro. Se evaluó el comportamiento de 191 genotipos de *Eucalyptus spp.* al daño por heladas ocurridas en el año 2012 y su posterior capacidad de recuperación en tres experimentos. Asimismo se evaluó la capacidad de dominancia de los individuos y la diferencia en altura registrada entre el daño y la recuperación. Se estudió el efecto de la interacción genotipo – ambiente con el fin de identificar los materiales que mejor se adaptan a las condiciones de la evaluación. El diseño estadístico utilizado para la construcción de los ensayos fue diseño en bloques incompletos alpha-lattice con tres repeticiones. Se realizó el análisis estadístico a través de la construcción de intervalos de confianza y de análisis clústeres. Las mediciones se efectuaron con escalas para cada una de las variables cualitativas medidas. El estudio permitió caracterizar los materiales genéticos según su comportamiento en cada uno de los ensayos. Del total de los materiales evaluados el *Eucalyptus benthamii* se destacó como la especie de menor susceptibilidad frente a condiciones extremas como son los eventos de helada.

Palabras clave: Comportamiento de *Eucalyptus spp.*; Daño por heladas; Capacidad de recuperación al daño; Capacidad de dominancia, Interacción genotipo-ambiente; Evaluación genética

## 7. SUMMARY

The present research was carried out in three farms owned by Forestal Oriental S.A., located in Paysandú and Río Negro. Two experiments were in Paysandú and the other one in Río Negro. 191 genotypes of *Eucalyptus spp* were evaluated for frost damage and resilience that occurred in 2012. Apical dominance and tree height difference after frost were also under evaluation. Genotype-environmental interaction was also studied with the aim of identifying genotypes better adapted to experimental conditions. The statistical design used was alpha lattice, incomplete block with three replications. Confidence intervals and cluster analysis completed the statistical study of the data set. A scale system was designed to measure traits under analysis. The study let describe the different genetic material according to their performance in each trial. Final results indicate *Eucalyptus benthamii* as the genetic material less susceptible to extreme climate conditions such as frost.

Key words: *Eucalyptus spp.*; Performance; Frost-tolerance species; Frost damage; Frost resilience; Apical dominance; Genotype-environmental interaction; Genetic evaluation

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. ADAMS, W.T.; ROBERDS, J.H.; ZOBEL, B.J. 1973. Intergenotypic interactions among families of Loblolly Pine. (*Pinus taeda* L.). *Theoretical and Applied Genetics*. 43: 319-322.
2. ALLARD, R. W. 1980. Principios de la mejora genética de plantas. 4a. ed. Barcelona, Omega.498 p.
3. ALLIANI, R.C.; GEA, L.D. 1990. Daños por heladas en un ensayo de especies y orígenes de eucaliptos en el norte de la región pampeana. In: Jornadas sobre Eucaliptos para la Región Pampeana (1990, Entre Ríos). Memorias. Buenos, Aires, Argentina, Centro de Investigaciones y Experiencias Forestales (CIEF). pp. 29-37.
4. ALMEIDA, M. H; CHAVES, M. M.; SILVA, J. C. 1994. Cold acclimation in eucalypt hybrids. *Tree Physiology*. Technical Bulletin. no. 14: 921-932.
5. AUSTRALIAN GOVERNMENT. s.f. Atlas of living Australia. (en línea). Canberra. s.p. Consultado 20 set. 2013. Disponible en [http:// www.ala.org.au](http://www.ala.org.au).
6. BALMELLI, G. 1993. Daño por heladas en *Eucalyptus*; evaluación de daño en especies y orígenes en el primer invierno. Montevideo, INIA. 32 p. (Serie Técnica no. 40).
7. \_\_\_\_\_.1998. Daño por heladas en *Eucalyptus*; consideraciones generales. *Revista de la Sociedad de Productores Forestales*. 11(8):17-18.
8. \_\_\_\_\_.2001.Estimación de parámetros genéticos para características de crecimiento en *Eucalyptus grandis*; algunas implicancias para el mejoramiento genético y para la producción de semilla comercial. Tacuarembó, INIA. 11 p. (Serie Técnica no. 121).
9. \_\_\_\_\_.; ALTIER, N.; MARRONI, V. 2007a. Daños provocados por enfermedades foliares y por heladas en *Eucalyptus globulus*. I. Efecto

fenotípico sobre el comportamiento productivo posterior. Boletín del CIDEU. 1 (3): 67-75.

10. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.;\_\_\_\_\_. 2007b. Daño s provocados por enfermedades foliares y por heladas en *Eucalyptus globulus*. II. Control genético y correlaciones genéticas en parámetros productivos. Boletín del CIDEU. 1 (3): 77-82.
11. BOHNERT, H. J.; NELSON, D. E.; JENSEN, R. G. 1995. Adaptations to environmental stresses. *The Plant Cell*. 7: 1099-1111.
12. BOLAND, D.J.; BROOKER, M.I.H.; CHIPPENDALE, G.M.; HALL, N.; HYLAND, B.P.M.; JOHNSTON, R.D.; KLEINIG, D.A.; McDONALD, M.W.; TURNER, J.D. 2006. *Forest trees of Australia*.5th. ed. Collingwood, CSIRO. 736 p.
13. BRIDGWATER, F.E.; TALBERT, J.T.; ROCKWOOD, D.L. 1983. Field design for genetic tests of forest trees. *In*: Workshop on Progeny Testing of Forest Trees (1983, Alabama). Proceedings. Texas, Texas A&M University. College Station. Department of Agricultural Communications. pp. 28-39 (Southern Cooperative Series Bulletin no. 275).
14. BROOKER, M. I. H.; KLEINIG, D. A. 2006. *Field guide to eucalypts*. 3rd. ed. Melbourne, Bloomings Books. 356 p.
15. BRUSSA, C. A. 1994. *Eucalyptus*, especies de cultivo más frecuente en Uruguay y regiones de clima templado. Montevideo, Hemisferio Sur. 328 p.
16. BURGOS, J. J. 1963. *Las heladas en la Argentina*. Buenos Aires, INTA. 388 p.
17. CALLISTER, A. N.; ARNDT, S. K.; ADES, P. K.; MERCHANT, A.; ROWELL, D.; ADAMS, M. A. 2008. Leaf osmotic potential of *Eucalyptus* hybrids responds differently to freezing and drought, with little clonal variation. *Tree Physiology*. Technical Bulletin. no.28: 1297-1304.

18. CARDELLINO, R.; ROVIRA, J. 1987. Mejoramiento genético animal. Montevideo, Hemisferio Sur. 253 p.
19. COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL). 2010a. La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe; síntesis 2010. (en línea). Santiago de Chile. 113 p. Consultado 20 ago. 2013. Disponible en [http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/8/41908/2010-913\\_Sintesis-Economia\\_cambio\\_climatico-COMPLETO\\_WEB.pdf](http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/8/41908/2010-913_Sintesis-Economia_cambio_climatico-COMPLETO_WEB.pdf)
20. \_\_\_\_\_. 2010b. La economía del cambio climático en el Uruguay; síntesis. (en línea). Santiago de Chile. 79 p. Consultado 20 ago. 2013. Disponible en [http://www.cepal.org/publicaciones/xml/6/44306/2010-419-W\\_330\\_Economia\\_cambio\\_climatico\\_URUGUAY\\_WEB.pdf](http://www.cepal.org/publicaciones/xml/6/44306/2010-419-W_330_Economia_cambio_climatico_URUGUAY_WEB.pdf)
21. CORNELIUS, J. P. 1991. La variación genética. In: Mesén, F.; Corea, E.eds. Manual sobre mejoramiento genético forestal con referencia especial a América Central. Proyecto Mejoramiento Genético Forestal. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 11-23.
22. CORSI, W.; GENTA, H. 1992. Heladas en el área hortifrutícola en Salto. Montevideo, INIA. 29 p. (Serie Técnica no. 22)
23. CURSO DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y POSTGRADO. IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN EN EL SECTOR FORESTAL (1º., 2013, Montevideo). 2013. Textos. Montevideo, Facultad de Agronomía/INIA. 1 disco compacto.
24. FALCONER, D.S.1974. Introducción a la genética cuantitativa. 4a. ed. México, CECSA. 430 p.
25. FAO. 1985 . Forest tree improvement. In: FAO/DANIDA Training Course on Forest Tree Improvement (20º., 1985, Mérida). Reports. Rome. pp. 25-43 (FAO Forestry Paper no. 20)

26. \_\_\_\_\_. 1992. Boletín de recursos genéticos forestales; síntesis mundial. Rome. 91 p. (Estudio FAO Montes no. 19).
27. \_\_\_\_\_. 2008. Cambio climático, energía y alimentos. (en línea). Roma. 16 p. Consultado 20 ago. 2012. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/010/i0142s/i0142s00.htm>
28. \_\_\_\_\_. 2009. Perfil para el cambio climático. (en línea). Rome. 16 p. Consultado 20 ago. 2013. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i1323s/i1323s00.pdf>
29. \_\_\_\_\_. 2010. Protección contra las heladas; fundamentos, práctica y economía. (en línea). Roma. v. 1, 241 p. Consultado 24 feb. 2013. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/012/y7223s/y7223s.pdf>
30. FUENTES YAGÜE, J. L. 1987. Protección contra las heladas. Madrid, España, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 24 p.
31. GARCÍA DE PEDRAZA, L.; GARCÍA VEGA, J. 1991. Las heladas de irradiación en España. Madrid, España, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario. Dirección General de Infraestructuras y Cooperación. 20 p.
32. GARDNER, R. 2007. Investigating the environmental adaptability of promising subtropical and cold-tolerant eucalypt species in the warm temperate climate zone of KwaZulu-Natal, South Africa. Southern Hemisphere Forestry Journal. 69 (1): 27- 38
33. GEORGE, A. S. 1988. Flora of Australia, Myrtaceae-Eucalyptus, Angophora. Canberra, Australian Government Publishing Service. v. 19, 542 p.
34. GIMÉNEZ, A; CASTAÑO, J.P.; OLIVERA, L.; FUREST, J.; BAETHGEN, W.; MARTINO., D.L.; ROMERO, R. 2006. Evidencias de cambio climático en Uruguay. Revista INIA. no. 8: 45-46.

35. GOLFARI, L. 1985. Distribución regional y condiciones ecológicas de los eucaliptos cultivados en la Argentina; problemas inherentes. Buenos Aires, Centro de Investigaciones y Experiencias Forestales (CIEF). 19 p.
36. GRIFFITHS, A.; MILLER, J.; SUZUKI, D.; LEWONTIN, R.; GELBART, W. 2002. Genética. 7a. ed. Madrid, Mc Graw-Hill-Interamericana. 860 p.
37. HIGA, R. C. V. 1999. Aspectos ecológicos e silviculturales do *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambridge. (en línea). Boletín de Pesquisa Forestal. 40: 1-2. Consultado 18 ago. 2013. Disponible en <http://www.cnpf.embrapa.br/publica/boletim/boletarqv/boletim38/rhiga.pdf>
38. \_\_\_\_\_; HIGA, A. R.; TREVISAN, R.; de SOUZA, M.V.R. 2000. Resistencia y resiliencia a heladas en *Eucalyptus dunnii* Maiden plantados en Campo do Tenente, PR. (en línea). Boletín de Pesquisa Forestal. 40: 1-10. Consultado 17 ago. 2013. Disponible en <http://www.cnpf.embrapa.br/publica/boletim/boletarqv/boletim40/higa.pdf>
39. IDREES, N.; KHAN, M. I. 2009. Design improvement using uniformity trials experimental data. Pakistan Journal of Agriculture. Science. 46: 315-320.
40. IPCC. 2007. Cambio climático 2007; informe de síntesis. In: Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático IPCC (4º., 2007, Ginebra). Contribución de los grupos de trabajo I, II y III. Ginebra. 104 p.
41. IZENMAN, A. J. 2008. Modern multivariate statistical techniques. Philadelphia, Springer. 760 p.
42. JOVANOVIĆ, T.; BOOTH, T.H. 2002. Improved species climatic profiles; a report for the RIRDC. RIRDC Publication no. 02/095. 68 p.
43. KASHIF, M.; KHAN, M. I.; ARIF, M.; AHMAD, M.; MAHMOOD, K. 2011. Experience in use alpha lattice design in Pakistan. International Journal of Intelligent Technologies and Applied Statistics. 4 (1): 133-146.

44. KRISTENSEN, K. 2012. Incomplete split-plot designs based on  $\alpha$ -designs: a compromise between traditional split-plot designs and randomized complete block design. *Euphytica*. 183 (3): 401-413.
45. LOPES SILVA, A. L. L. da; OLIVERA, Y. de; ALCANTARA, G. B. de; SANTOS, M. dos; QUOIRIN, M. 2009. Tolerância ao resfriamento e congelamento de folhas de eucalipto. (en línea). *Biociências* (Porto Alegre). 17 (1): 86-90. Consultado 9 mar. 2013. Disponible en: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fabio/article/viewFile/5858/4765>
46. MESÉN, F. 1994. Selección de especies y procedencias forestales. Turrialba, Costa Rica, CATIE/PROSEFOR. pp 11-28.
47. MONTGOMERY, D.C. 2001. Design and analysis of experiments. 5<sup>th</sup> ed. New York, Wiley and Sons. 684 p.
48. NAMKOONG, G. 1979. Introduction to quantitative genetics in forestry. US Department of Agriculture. Technical Bulletin no. 1588. 342 p.
49. OMM. 1987. Glosario de términos usados en Agrometeorología. (en línea). Ginebra. 213 p. (Informe CAgM no. 20). Consultado 11 mar. 2013. Disponible en <http://www.wamis.org/agm/pubs/CAGMRep/CAGM20S.pdf>
50. PARDOS, J.A. 2007. Perspectiva fisiológica en la producción y mejora del Eucalipto. (Con énfasis en *Eucalyptus globulus* Labill). Boletín del CIDEU. no. 3: 7-55.
51. PATTERSON, H. D.; WILLIAMS, E.R. 1976. A new class of resolvable incomplete block designs. *Biométrica*. no. 63: 83-92.
52. POEHLMAN, J. M.; ALLEN, D. 2003. Mejoramiento genético de las cosechas. 2<sup>a</sup> .ed. México, Limusa. 511 p.

53. PORTA, P.; VILLAR, J.M.; ELÍAS, F. 2001. Heladas y protección contra heladas. In: Elías Castillo, F.; Castellví Sentis, F. coords. Agrometeorología. 2<sup>a</sup>. ed. Madrid, España, Mundi-Prensa. pp. 221-237.
54. RAYMOND, C. A.; OWEN, J. V.; ELDRIDGE, K. G.; HARWOOD, C. E. 1992. Sreening eucalypts for frost tolerance in breeding programs. Canadian Journal of Forest Research. 22 (9) :1271-1277.
55. ROBINSON, D. W. 1992. Selection of Eucalyptus species for garden use in cool temperate conditions. Acta Horticulturae. no. 320: 25-31.
56. SAS INSTITUTE. 2008. SAS/STA 9.2; user's guide. Cary, NC. 16 p.
57. SKOLMEN, R. G.; LEDIG, F. T. 2000. Eucalyptus globulus Labill. Eucalipto goma azul. Washington, D.C., US Forest Service. pp. 205-210.
58. SREEJESH, S.; MOHOPATRA, S.; ANUSREE, M.R. Business research methods; an applied orientation. Berlin, Springer. 279 p.
59. STEBBINS, G. L. 1963. Variation and evolution in plants. New York, Columbia University. 643 p.
60. UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA (URUGUAY). FACULTAD DE AGRONOMÍA. 1986. Atlas climatológico del Uruguay. Montevideo. 57 p.
61. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 1996. Naturaleza y principales características de las heladas. Montevideo. 10 p.
62. UNIVERSITY OF MASSACHUSETTS (USA). SCHOOL OF PUBLIC HEALTH AND HEALTH SCIENCES. BIostatISTICS AND EPIDEMIOLOGY. 2013. Bernoulli and Binomial distribution. (en línea). Massachusets. pp. 1-2. Consultado 20 ago. 2013. \_\_\_\_\_. Disponible en <http://people.umass.edu/biep540w/pdf/4.%20Bernoulli%20and%20Binomial2013.pdf>
63. URUGUAY. MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. DIRECCIÓN NACIONAL DE METEOROLOGÍA. 2013. Estadística climatológica. Período 1992-2012. Montevideo, Uruguay. 5 p.

64. \_\_\_\_\_. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN GENERAL FORESTAL. 2012. Anuario estadístico agropecuario. (en línea). Montevideo. 244 p. Consultado 8 mar. 2013. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,27,O,S,0,MNU;E;27;8;MNU>
65. URUGUAY XXI. 2013. Informes sectoriales. Sector forestal. (en línea). Montevideo. 38 p. Consultado 8 mar. 2013. Disponible en <http://www.uruguayxxi.gub.uy/wp-content/uploads/2011/11/Sector-Forestal-Uruguay-XXI-2012-Version-Final.pdf>
66. VAN DER HOEK, J.; ELLIOT, R. J. 2006. Binomial models in finance. New York, Springer. 303 p.
67. VARELIDES, C.; BROFAS, G. 2000. Frost resistance of Eucalyptus species in Northern Greece. Australian Forestry. 63 (2): 124-127.
68. WHITE, T.L.; ADAMS, W. T.; NEALE D.B. 2007. Forest genetics. Oxford, CABI. 682 p.
69. WILLIAMS, W. 1965. Principios de genética y mejora de las plantas. Zaragoza, Acribia. 527 p.
70. WRIGHT, J.W. 1964. Mejoramiento genético de los árboles forestales. Roma, FAO. 436 p.
71. \_\_\_\_\_. 1976. Introduction to forest genetics. Michigan, Academic Press. 463 p.
72. ZOBEL, B.; TALBERT, J. 1992. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. México, D.F., Limusa. 545 p.

9. ANEXOS

Anexo No. 1

Figura No. 1. Cantidad de días con heladas



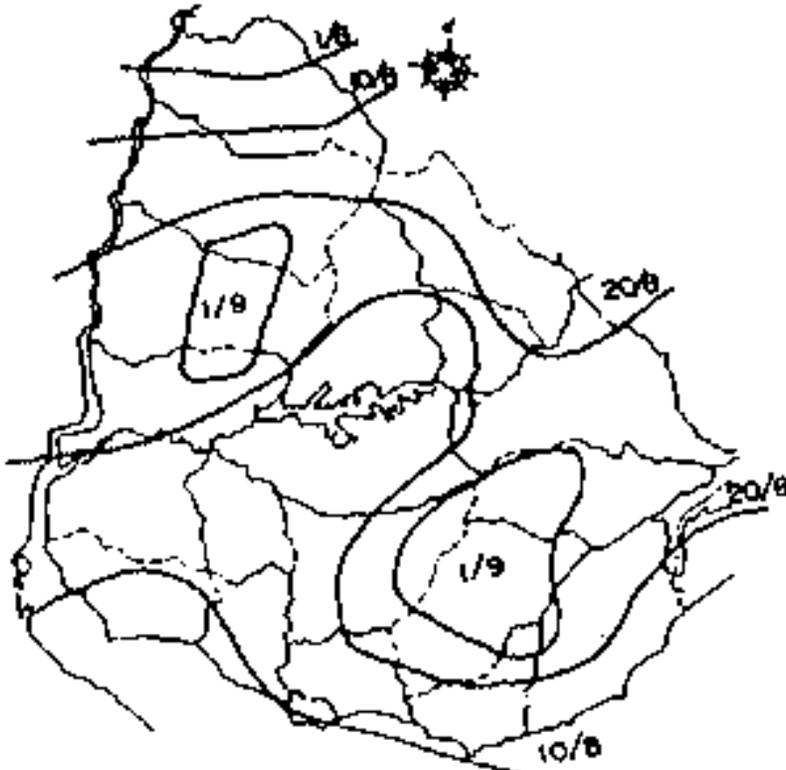
Fuente: UDELAR (URUGUAY). FA (1986)

Figura No. 2. Fecha media de la primera helada



Fuente: UDELAR (URUGUAY). FA (1986)

Figura No. 3. Fecha media de la última helada.



Fuente: UDELAR (URUGUAY). FA (1986)

## Anexo No. 2.

### Cambio Climático

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2007) define el término “cambio climático” como el cambio en el estado del clima identificable (por ejemplo, mediante análisis estadísticos) a raíz de un cambio en el valor medio y/o variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un período prolongado, generalmente décadas o períodos más largos. El IPCC señala que el “cambio climático” expresa la totalidad de las variaciones que experimenta el clima a lo largo del tiempo.

Por otro lado, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su Artículo 1º, define el término “cambio climático” como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparable.

La evidencia científica global del cambio climático disponible indica la presencia del fenómeno del cambio climático, originado fundamentalmente por un conjunto de actividades antrópicas que se manifiesta por medio de las siguientes anomalías (IPCC, citado por CEPAL 2010, Polyak et al. 2010):

- Aumento de la temperatura media de la superficie terrestre con diferencias significativas por regiones.
- Modificación de los patrones de precipitación con diferencias regionales significativas: llueve más en regiones de alta precipitación y menos en regiones áridas, lo que aumenta la frecuencia de inundaciones y sequías.
- Aumento del nivel del mar, disminución de los glaciares y los casquetes polares.
- Disminución de la extensión de la criósfera. También, ha aumentado la extensión y el número de lagos glaciares.
- Modificaciones en los tipos y patrones de intensidad y frecuencia de los eventos climáticos extremos.

La evidencia científica disponible sobre el cambio climático para América Latina y el Caribe muestra patrones regulares similares a los de nivel global. Las mismas son (Trenberth et al. 2007, CEPAL 2010):

- Aumento de la temperatura global de superficie en algunas regiones de América del Sur. En contraste, se observa una tendencia a cierta reducción de la temperatura en otras zonas como costa de Perú y Chile.
- El número, la intensidad y la frecuencia de precipitaciones se traduce en un aumento en la frecuencia e intensidad de las inundaciones en ciertas regiones. En otras se registran reducciones. Se destaca también una tendencia a la reducción de los glaciares, lo que incidirá sobre la disponibilidad de agua en el largo plazo y el aumento de eventos extremos.
- La evidencia del aumento de la temperatura en los países de Centroamérica y América del Sur de manera individual es sólida, como lo demuestra la presencia de una tendencia ascendente de largo plazo, aunque se observan distintas intensidades y un rango de incertidumbre significativo sobre los valores específicos.

La CEPAL (2010) ha construido escenarios sectoriales con horizonte temporal al año 2100 con el fin de proyectar los efectos en sectores influyentes de la economía uruguaya tal como la producción agropecuaria, forestal y pecuaria, entre otros. El estudio permitió además evaluar los impactos del cambio climático en los eventos extremos como sequías e inundaciones, la biodiversidad, recursos hídricos, recursos costeros, sector energético y el turismo. La proyección señala cambios que incluyen: incremento en la precipitación de primavera y verano; aumento de la temperatura mínima media durante todo el año; disminución de la temperatura máxima media estival; reducción del período y la cantidad anual de heladas, e incremento en la variabilidad interanual de algunas de estas variables (especialmente las lluvias) (CEPAL, 2010).

Las mayores precipitaciones en el verano, estación en la que suele ocurrir un déficit de agua perjudicial para la producción agropecuaria en general, es sin dudas un cambio positivo. La menor temperatura máxima estival también sería beneficiosa y, tal vez, traiga aparejada una menor evapotranspiración y, por consiguiente, logre una mayor conservación del agua. En términos forestales las mayores precipitaciones pueden entrañar incrementos en la productividad, aunque también hay un posible mayor riesgo de plagas y enfermedades (CEPAL, 2010).

Como criterio general, se considera que todos los impactos mencionados tienen validez dentro de un rango de calentamiento promedio de la atmósfera de 2°C. A medida que el cambio de la temperatura supere dicho umbral, se supone que los efectos serán cada vez más negativos (CEPAL, 2010).

FAO señala que los sectores de la agricultura, silvicultura y la pesca pueden contribuir de manera significativa a los esfuerzos globales de mitigación. El IPCC (2007) señala que tanto la adaptación como la mitigación pueden ayudar a reducir los riesgos del cambio climático para la naturaleza y la sociedad.

A nivel científico se están analizando mecanismos con el objetivo de reducir el impacto que el cambio climático puede producir en la agricultura mundial. En este contexto aparecen tres conceptos: adaptación, mitigación y vulnerabilidad.

FAO (2008) define el término “adaptación” como las actividades realizadas por individuos o sistemas para evitar, resistir o aprovechar la variabilidad, los cambios y los efectos del clima actual o futuro. La adaptación disminuye la vulnerabilidad de un sistema o aumenta su capacidad de recuperación ante las repercusiones.

FAO (2008) define el término “mitigación” como la aplicación de las medidas necesarias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y/o de aumentar la eliminación de carbono mediante su almacenamiento (sumideros de carbono).

Según IPCC (2007) existe una serie de tecnologías y prácticas disponibles en la actualidad como medidas de mitigación para distintos sectores tales como: suministro de energía, transporte, construcción, industria, agricultura, silvicultura. La silvicultura incluye: forestación, reforestación, gestión de bosques, disminución de la deforestación, gestión de los productos de la madera, uso de los productos forestales para producir bioenergía y reemplazar el uso de combustibles fósiles. El IPCC señala que existen tecnologías y prácticas de mitigación claves proyectadas para ser comercializadas antes del año 2030. Se distinguen la mejora de las especies de árboles para aumentar la producción de biomasa y el secuestro de carbono, elaboración de mapas de usos del suelo, entre otras.

“Vulnerabilidad” se define como el grado en que un sistema es susceptible a, o incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático (McCarthy et al., citados por IPCC, 2007).

### Anexos No. 3. Descripción de grupos de suelos CONEAT

Cuadro No.1. Descripción de grupos CONEAT en los ensayos

Ensayo No.	Establecimiento	Grupos CONEAT
284	“La Vanguardia”	CONEAT 9.5
285	“Santa Matilde”	CONEAT 9.3
286	“El Chajá”	CONEAT 09.3

El relieve correspondiente al grupo CONEAT 9.5 es suavemente ondulado, con predominio de pendiente alrededor de 2% y laderas ligeramente convexas, que conforman lomadas suaves. Como suelos asociados pueden presentar Vertisoles Rúpticos Lúvicos (Grumosoles) y Planosoles Dístricos Ócricos, a veces Melánicos y Argisoles Dístricos Ócricos Abrúpticos, a veces Típicos (Planosoles arenosos, Praderas Planosólicas y Praderas Pardas máximas arenosas). La textura es arenoso franca y son de fertilidad baja e imperfectamente drenados. Integra la unidad Cuchilla del Corralito de la carta a escala 1:1.000.000 (D.S.F.). Índice de Productividad 114.

Los grupos CONEAT 9.3 presentan material geológico correspondiente a areniscas con cemento arcilloso. El relieve en general es suavemente ondulado con predominio de 1 a 3% de pendientes. Es una combinación de laderas extendidas de 1-2% de pendiente, predominando sobre laderas de disección de mayor convexidad y pendiente (3 a 5%), que corresponden a las litologías más gruesas del sedimento. Como asociados, en laderas medias y bajas de pendiente máxima de 1%, existen Brunosoles Subéutricos, a veces Dístricos Típicos y Lúvicos (Praderas Pardas medias y máximas), textura franco arenosa, fertilidad media y drenaje moderadamente bueno a imperfecto. Este grupo corresponde a la unidad Algorta e integra la unidad Cuchilla del Corralito (Dpto. de Soriano) en la carta a escala 1:1.000 000. (D.S.F.). Índice de Productividad 88.

El material geológico del grupo CONEAT 09.3 corresponde a sedimentos areno arcillosos de color pardo, a veces pardo rojizo, existiendo en algunos lugares losas de areniscas silicificadas. El relieve está constituido por lomas de laderas asimétricas, donde las laderas sur son de marcada convexidad y pendientes de 4 a 8% y las laderas de exposición norte son más extendidas y de pendientes suaves, de 1 a 3%. Este grupo corresponde a la unidad Tres Bocas en la carta a escala 1:1.000.000 (D.S.F.). Índice de Productividad 74.

#### Anexo No. 4. Detalle de instalación de ensayos

La selección del sitio se realizó en base a los tipos de suelos predominantes en la región. Una vez identificados los sitios, se seleccionó el área de instalación de los ensayos. Por último, las características de las especies incluidas determinaron que los ensayos se instalaran en laderas medias-altas.

Antes de realizar el laboreo, a fines de invierno - principios de primavera, se llevó a cabo una aplicación total del herbicida glifosato. El tipo de laboreo que se aplicó fue en surcos rectos. Los beneficios de esta técnica permiten una ideal competencia entre plantas y/o familias logrando una evaluación más precisa. Asimismo, facilita la operativa y las posteriores mediciones del ensayo.

La preparación del suelo se realizó mediante dos pasadas de excéntrica a 30-40 cm. de profundidad. Luego se efectuó una pasada de acamellonadora. El camellón permite un mejor desarrollo de raíces y previene el avance de las malezas desde la entrefila.

El control de hormigas se efectúa de forma sistemática, previo a la plantación. En caso de ser necesario, se realiza un control de hormigas localizado.

La marcación involucra la ubicación de las 3 repeticiones en cada ensayo. Las repeticiones se realizan con el objetivo de disminuir la heterogeneidad del suelo. Dentro de cada repetición se pretende que no exista variación de sitio. En cada repetición se ubican las parcelas lineales de 5 plantas cada una. Las plantas se separan con marcadores de alambre y son identificadas numéricamente.

La tarea de plantación se realizó luego de la ocurrencia de precipitaciones para aprovechar la humedad del suelo. Se entierran las plantas hasta la altura del cuello y se ejerce una leve presión para afirmarlas, evitando torcer las raíces.

Se realizó una única fertilización “starter”, en la plantación. La misma consistió en la aplicación de 90 gramos por planta de fosfato de amonio (18-46-0). El fertilizante fue aplicado en dos dosis de 45gr. a 20 cm. de la planta.

Para el control de malezas post-plantación se aplicó un herbicida pre-emergente: 2 litros de producto por hectárea efectiva. Luego de aplicado el pre-emergente se utilizan herbicidas selectivos y graminicidas. Las aplicaciones se realizan dos veces por año. La

culminación de las intervenciones en la fila se realiza hasta que los árboles cierran su copa y adquieren altura.

Anexo No. 5. Presencia de genotipos en los ensayos

<b>Genotipos</b>	<b>Ensayos</b>
<i>Eucalyptus grandis 1</i>	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis 2</i>	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis 3</i>	284
<i>Eucalyptus grandis 4</i>	284
<i>Eucalyptus grandis 5</i>	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis 6</i>	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis 7</i>	284, 285
<i>Eucalyptus grandis 8</i>	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis 9</i>	284, 285
<i>Eucalyptus grandis 10</i>	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis 11</i>	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis 12</i>	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis 13</i>	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis 14</i>	285, 285
<i>Eucalyptus grandis 15</i>	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis 16</i>	284
<i>Eucalyptus grandis 17</i>	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis 18</i>	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis 19</i>	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis 20</i>	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis 21</i>	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis 22</i>	284, 285
<i>Eucalyptus grandis 23</i>	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis 24</i>	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis 25</i>	284, 285
<i>Eucalyptus grandis 26</i>	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis 27</i>	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis 28</i>	284, 285
<i>Eucalyptus grandis 29</i>	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis 30</i>	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis 31</i>	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis 32</i>	284, 285

<i>Eucalyptus grandis</i> 33	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 34	284, 285
<i>Eucalyptus grandis</i> 35	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 36	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 37	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 38	284
<i>Eucalyptus grandis</i> 39	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 40	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 41	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 42	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 43	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 44	284
<i>Eucalyptus grandis</i> 45	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 46	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 47	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 48	284
<i>Eucalyptus grandis</i> 49	284
<i>Eucalyptus grandis</i> 50	284
<i>Eucalyptus grandis</i> 51	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 52	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 53	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 54	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 55	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 56	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 57	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 58	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 59	284
<i>Eucalyptus grandis</i> 60	284, 285
<i>Eucalyptus grandis</i> 61	284
<i>Eucalyptus grandis</i> 62	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 63	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 64	284
<i>Eucalyptus grandis</i> 65	284
<i>Eucalyptus grandis</i> 66	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 67	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 68	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 69	284
<i>Eucalyptus grandis</i> 70	284, 285, 286

<i>Eucalyptus grandis</i> 71	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 72	284
<i>Eucalyptus grandis</i> 73	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 74	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 75	284, 285, 286
<i>Eucalyptus grandis</i> 76	284, 285
<i>Eucalyptus dunnii</i> 1	284
<i>Eucalyptus dunnii</i> 2	284, 285, 286
<i>Eucalyptus dunnii</i> 3	284, 285, 286
<i>Eucalyptus dunnii</i> 4	284
<i>Eucalyptus dunnii</i> 5	284, 285
<i>Eucalyptus dunnii</i> 6	284, 285
<i>Eucalyptus dunnii</i> 7	284
<i>Eucalyptus dunnii</i> 8	284
<i>Eucalyptus dunnii</i> 9	284
<i>Eucalyptus dunnii</i> 10	284, 285
<i>Eucalyptus dunnii</i> 11	284, 285
<i>Eucalyptus dunnii</i> 12	284
<i>Eucalyptus dunnii</i> 13	284
<i>Eucalyptus dunnii</i> 14	284, 285
<i>Eucalyptus dunnii</i> 15	284
<i>Eucalyptus dunnii</i> 16	284, 285, 286
<i>Eucalyptus dunnii</i> 17	284, 285, 286
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 1	284, 285
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 2	284, 285, 286
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 3	284, 285, 286
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 4	284
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 5	284, 285
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 6	284, 285, 286
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 7	284
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 8	284, 285
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 9	284
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 10	284, 285, 286
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 11	284, 285, 286
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 12	284
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 13	284, 285
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 14	284, 285, 286
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 15	284, 285

<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 16	284, 285, 286
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 17	284, 285
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 18	284, 285
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 19	284, 285
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 20	284, 285
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 21	284, 285, 286
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 22	284, 285, 286
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 23	284, 285, 286
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 24	284
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 25	284
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 26	284, 285
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 27	284, 285
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 28	284
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 29	284, 285, 286
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 30	284, 285
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 31	284
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 32	284
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 33	284
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 34	284, 285, 286
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 35	284
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 36	284, 285, 286
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 37	284
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 38	284
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 39	284, 285
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 40	284, 285, 286
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 41	284
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 42	284, 285
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 43	284, 285
<i>Eucalyptus benthamii</i> 1	284
<i>Eucalyptus benthamii</i> 2	284
<i>Eucalyptus benthamii</i> 3	284, 285
<i>Eucalyptus benthamii</i> 4	284
<i>Eucalyptus benthamii</i> 5	284, 285, 286
<i>Eucalyptus benthamii</i> 6	284, 285
<i>Eucalyptus benthamii</i> 7	284
<i>Eucalyptus benthamii</i> 8	284
<i>Eucalyptus benthamii</i> 9	284, 285, 286
<i>Eucalyptus benthamii</i> 10	284, 285

<i>Eucalyptus benthamii</i> 11	284, 285, 286
<i>Eucalyptus benthamii</i> 12	284, 285
<i>Eucalyptus benthamii</i> 13	284
<i>Eucalyptus benthamii</i> 14	284, 285, 286
<i>Eucalyptus benthamii</i> 15	284, 285
<i>Eucalyptus benthamii</i> 16	284, 285, 286
<i>Eucalyptus benthamii</i> 17	284
<i>Eucalyptus benthamii</i> 18	284
<i>Eucalyptus benthamii</i> 19	284
<i>Eucalyptus benthamii</i> 20	284, 285
<i>Eucalyptus benthamii</i> 21	284
<i>Eucalyptus benthamii</i> 22	284, 285
<i>Eucalyptus benthamii</i> 23	284, 285, 286
<i>Eucalyptus benthamii</i> 24	284
<i>Eucalyptus benthamii</i> 25	284
<i>Eucalyptus benthamii</i> 26	284, 285, 286
<i>Eucalyptus benthamii</i> 27	284, 285
<i>Eucalyptus benthamii</i> 28	284, 285, 286
<i>Eucalyptus benthamii</i> 29	284, 285
<i>Eucalyptus benthamii</i> 30	284
<i>Eucalyptus benthamii</i> 31	284, 285
<i>Eucalyptus benthamii</i> 32	284, 285
<i>Eucalyptus benthamii</i> 33	284, 285
<i>E.grandis</i> x <i>E.maid</i> 1	284, 285
<i>E.grandis</i> x <i>E.maid</i> 2	284, 285, 286
<i>E.grandis</i> x <i>E.maid</i> 3	284, 285, 286
<i>E.dunnii</i> x <i>E.globulus/globulus</i> 1	284, 285
<i>E.dunnii</i> x <i>E.globulus/globulus</i> 2	284, 285, 286
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 44	284
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 45	284, 285
( <i>uro*vim</i> ) x <i>E.grandis</i> 1	284, 285
( <i>uro*vim</i> ) x <i>E.grandis</i> 2	284, 285, 286
<i>E.dunnii</i> x <i>E.globulus/globulus</i> 3	284
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 46	284
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 47	284, 285, 286

<i>E.dunnii x E.grandis</i> 48	284, 285
<i>E.dunnii x E.grandis</i> 49	284, 285
<i>E.dunnii x E.grandis</i> 50	284
<i>E.dunnii x (gra*dun)</i> 1	284
<i>E.dunnii x (gra*dun)</i> 2	284, 285, 286
<i>E.dunnii x (gra*dun)</i> 3	284
<i>E.dunnii x (gra*dun)</i> 4	284
<i>E.dunnii x (gra*dun)</i> 5	284
( <i>E.grandis x E.dunnii</i> )1	284
( <i>E.grandis x E.dunnii</i> )2	284

Anexo No. 6. Identificación de genotipos

Cuadro No. 2. Genotipos presentes en el ensayo No. 284

Genotipos	Descripción	No. total
<i>E.grandis</i>	1 (testigo), 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 74, 76	76
<i>E.dunnii x E grandis</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 60	50
<i>E.benhtamii</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33	33
<i>Eucalyptus dunnii</i>	1, 2, 3 (testigo), 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	17
<i>Eucalyptus dunnii x (grandis*dunnii)</i>	1, 2, 3, 4, 5	5

<i>E.dunnii x E.globulus/globulus</i>	1, 2,3	3
<i>Eucalyptus grandis x Eucalyptus maidenii</i>	1, 2, 3	3
<i>Eucalyptus grandis x Eucalyptus dunnii</i>	1, 2	2
<i>(urophylla * viminalis) x E.grandis</i>	1, 2	2

Cuadro No. 3. Genotipos presentes en el ensayo No. 285

Genotipos	Descripción	No. total
<i>E.grandis</i>	1 (testigo), 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 62, 63, 66, 67, 68, 70, 71, 73, 74, 74, 76	62
<i>E.dunnii x E.grandis</i>	1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23,26, 27, 29, 30, 34, 36, 39, 40, 42, 43, 45, 47, 48, 49	33
<i>E.benhtamii</i>	3, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 20, 22, 23, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33	20
<i>E.dunnii</i>	2, 3 (testigo), 5, 6, 10, 11, 14, 16, 17	9
<i>E.grandis x E.maidenii</i>	1, 2, 3	3
<i>E.dunnii x E.globulus/globulus</i>	1, 2	2
<i>(uro* vim) x E.grandis</i>	1, 2	2

<i>E.dunnii x (gra*dun)</i>	2	1
-----------------------------	---	---

Cuadro No. 4. Genotipos presentes en el ensayo No. 286

Genotipos	Descripción	No. total
<i>E.grandis</i>	1(testigo), 2, 5, 6, 8,10, 11, 12, 13,15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 31, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 62, 63, 66, 67, 68, 70, 71, 73, 74, 75	52
<i>E.dunnii x E. grandis</i>	2, 3, 6, 10, 11, 14, 16, 21, 22, 23, 29, 34, 36, 40, 47	15
<i>E.benhtamii</i>	5, 9, 11, 14, 16, 23, 26, 28	8
<i>E.dunnii</i>	2, 3 (testigo), 16, 17	4
<i>E.grandis x E.maidenii</i>	2, 3	2
<i>E.dunnii x E.globulus/globulus</i>	2	1
<i>(uro*vim )x E.grandis</i>	2	1
<i>E.dunnii x (gra*dun)</i>	2	1

#### Anexo No. 7. Conceptos de diseño Alpha Lattice

Patterson y Williams (1976) indicaron que el diseño de bloques incompletos llamados diseños alpha desde su introducción, se han vuelto populares debido a dos razones principales:

- el diseño es aplicable para muchas combinaciones (r, k, s) donde r es el número de repeticiones, k es el tamaño del bloque y s es el número de bloques por repetición.
- la flexibilidad del diseño ha tenido éxito por la simplicidad computacional como criterio de selección del diseño.

Yates, citado por Patterson y Williams (1976) indicó que en algunos casos el uso de bloques completos al azar es más eficiente que el uso de bloques incompletos al azar. Sin embargo los diseños  $\alpha$ -láttice (bloques incompletos al azar) nunca son menos eficientes que el diseño en bloques completos al azar.

En situaciones en que se tienen muchas variedades o genotipos es difícil o imposible instalar a todos ellos en un bloque de unidades experimentales homogéneas (Kashif et. al., 2011). Cuando se tienen limitaciones del aparato experimental o de las instalaciones o por el tamaño físico del bloque es posible utilizar diseños en bloques incompletos al azar (DBIA), en donde cada tratamiento no está presente en cada bloque (Montgomery, 2001).

Los DBIA son, si se adoptan adecuadamente, más eficientes que los diseños en bloques completos al azar (DBCA) (Idrees y Khan, 2009). Los DBIA dividen los bloques en sub-bloques más pequeños. Estos son más pequeños que una repetición completa de forma de eliminar la heterogeneidad en mayor grado que los DBCA. Esta reducción en el tamaño de bloque se logra a costa de sacrificar la totalidad o parte de la información sobre ciertas comparaciones entre genotipos para lograr una mayor precisión en algunas otras. En los DBCA las comparaciones entre pares de genotipos son directas, mientras que en DBIA son indirectas (Kashif et al., 2011).

Los Diseños Alpha Lattice (DAL) son una clase de DBIA. Hoy en día el DAL es usado extensivamente en Reino Unido, Australia y otros países. Producen una eficiencia superior reduciendo el cuadrado medio del error al mínimo (Kashif et al., 2011). La razón para el uso de alpha lattice para la construcción es que son muy flexibles, dado que están disponibles para casi cualquier número de variedades en combinación con una amplia gama de tamaños de bloque (Kristensen, 2003). Los resultados de Idrees y Khan (2009), mostraron que los DAL eran en promedio más eficiente en la reducción del error experimental que los diseños en bloque completos, y por consiguiente proporcionan una estimación eficiente de los tratamientos contrastados.

En los DAL, existen dos etapas para el control de la variación del campo. Las repeticiones permiten un primer control de la variación a gran escala, mientras que los sub-bloques dentro de las repeticiones permiten una segunda forma de control (Kashif et al., 2011).

Cuando todas las comparaciones entre tratamientos son igualmente importantes, las combinaciones de tratamientos usados en cada bloque deben estar de forma balanceada, lo que significa que cualquier par de tratamientos deben estar juntos la misma cantidad de veces que cualquier otro par de tratamientos (Montgomery, 2001). Los DAL son diseños parcialmente balanceados debido a que algunos pares de variedades o genotipos no están nunca juntos en el mismo bloque incompleto, otros están una vez juntos, y otros más de una vez.

#### Anexo No. 8. Intervalos de confianza

Boomsma (2005) señala que un intervalo de confianza para un parámetro de la población se compone de un rango de valores restringido entre dos límites, inferior y superior. El tamaño del intervalo depende, entre otros, del tamaño de la muestra y del nivel de confianza  $1 - \alpha$ .

La interpretación de un intervalo de confianza debe realizarse en un marco de muestreo repetitivo de toma de muestras de la misma población, teniendo en cuenta que las muestras deben ser de mismo tamaño  $n$ . De esta manera es posible el cálculo del intervalo con un nivel  $1 - \alpha$  de confianza, para un parámetro de valor desconocido. En el marco de muestreo descripto, la información de probabilidad que se obtiene es sobre los intervalos (estadísticas de la muestras) (Boomsma, 2005).

Boomsma (2005) indica que junto con el  $p$ -valor de una prueba estadística, el intervalo de confianza aporta información suficiente. Al interpretar el resultado obtenido de los intervalos de confianza debe reportarse la estimación del parámetro y los límites inferior y superior, para el nivel de confianza utilizado al hacer la estimación.

#### Anexo No. 9. Concepto de Clúster

El Análisis de Clústeres o también denominado Análisis de Conglomerados es un método de análisis que consiste en particionar y agrupar la información sobre la cual se desea hacer las inferencias; a través del estudio de los elementos y las relaciones entre los mismos en distintas clases. Cada una de las clases resultantes, contendrá elementos que son más similares entre sí, aumentando la homogeneidad dentro de las clases. Tyron

(1939) señala que el análisis Clúster abarca distintos algoritmos y métodos de agrupamiento de objetos de clase similar en distintas categorías.

El análisis Clúster se aplica en situaciones en las cuales no existen relaciones conocidas a priori. Permite resolver problemas de clasificación. Izenman (2008) indica que el análisis de conglomerados o clústeres es una herramienta muy popular para analizar datos multivariados sin estructura. La metodología consiste en varios algoritmos, cada uno de los cuales tiende a organizar un determinado conjunto de datos homogéneos en subgrupos o clústeres.

Izenman (2008) menciona que el análisis Clúster se asemeja a los métodos de clasificación, sin embargo, los dos métodos analíticos de datos son diferentes entre sí. En primer lugar, en los métodos de clasificación se conoce a priori cuantas clases o grupos están presentes en los datos y que elementos pertenecen a cada una de las clases o grupos. En el análisis Clúster se desconoce el número de clases o grupos y los elementos que pertenecen a los mismos. En segundo lugar, en los métodos de clasificación, el objetivo es clasificar nuevamente los elementos en las clases o grupos. Por otro lado el análisis Clúster involucra un análisis exploratorio de datos donde ninguna información previa está disponible con respecto a la estructura de clase de datos. En tercer lugar, los métodos de clasificación se tratan casi exclusivamente de observaciones. Sin embargo, el análisis Clúster puede aplicarse a observaciones o a variables, o a ambos simultáneamente dependiendo del contexto.

Los métodos del análisis Clúster para realizar el agrupamiento, dependen de cuán similares o diferentes sean las observaciones o las variables entre sí. Las observaciones o variables similares se incluyen dentro del mismo grupo o clase homogénea o grupos. Del mismo modo, las observaciones y/o variables diferentes se incluyen o agrupan en distintas clases.

La representación gráfica del resultado del análisis Clúster puede realizarse a través de diagramas de dispersión y dendrogramas, entre otros (Izenman, 2008).

Anexo No. 10. Número de heladas registradas desde 1992-2012 en Paysandú y Young

Años	Paysandú	Young
1992	10	9
1993	6	9
1994	2	2
1995	5	8
1996	7	11
1997	5	7
1998	0	s/info
1999	4	4
2000	4	5
2001	1	1
2002	7	7
2003	3	3
2004	6	5
2005	0	1
2006	5	4
2007	8	11
2008	3	3
2009	8	10
2010	6	4
2011	10	7
2012	13	7

Anexo No. 11. Mediciones “daño por heladas”

	284					285					286				
	0	1	2-3	4-5	6-7	0	1	2-3	4-5	6-7	0	1	2-3	4-5	6-7
<i>Eucalyptus grandis 1</i>		x	x			x	x	x					x	x	x
<i>Eucalyptus grandis 2</i>		x	x					x						x	x
<i>Eucalyptus grandis 3</i>		x	x												
<i>Eucalyptus grandis 4</i>	x	x	x												
<i>Eucalyptus grandis 5</i>		x	x			x		x						x	x
<i>Eucalyptus grandis 6</i>	x	x	x					x						x	
<i>Eucalyptus grandis 7</i>	x	x	x			x		x							
<i>Eucalyptus grandis 8</i>	x	x	x					x						x	x
<i>Eucalyptus grandis 9</i>			x					x							
<i>Eucalyptus grandis 10</i>	x		x			x	x	x						x	
<i>Eucalyptus grandis</i>			x			x	x	x						x	x











<i>E.benthamii 12</i>			X				X	X						
<i>E.benthamii 13</i>			X	X	X									
<i>E.benthamii 14</i>				X				X	X				X	X
<i>E.benthamii 15</i>				X					X					
<i>E.benthamii 16</i>			X	X				X	X				X	X
<i>E.benthamii 17</i>				X										
<i>E.benthamii 18</i>			X	X										
<i>E.benthamii 19</i>				X										
<i>E.benthamii 20</i>				X					X					
<i>E.benthamii 21</i>				X										
<i>E.benthamii 22</i>			X	X					X					
<i>E.benthamii 23</i>			X	X					X				X	X
<i>E.benthamii 24</i>				X										
<i>E.benthamii 25</i>				X										
<i>E.benthamii 26</i>				X	X				X					X
<i>E.benthamii 27</i>			X	X					X					
<i>E.benthamii 28</i>		X		X					X					X
<i>E.benthamii 29</i>				X					X					
<i>E.benthamii 30</i>				X										
<i>E.benthamii 31</i>				X					X					
<i>E.benthamii 32</i>			X					X						
<i>E. benthamii 33</i>				X	X				X					
<i>E.grandis x E.maid 1</i>	X		X					X						
<i>E.grandis x E.maid 2</i>	X							X				X	X	
<i>E.grandis x E.maid 3</i>	X							X					X	
<i>E.dunnii x E.globulus/globulus 1</i>	X		X					X						
<i>E.dunnii x E.globulus/globulus 2</i>	X		X					X					X	
<i>E.dun x E.grandis 44</i>	X		X											
<i>E.dun x E.grandis 45</i>	X		X					X						
<i>(uro*vim) x E.grandis 1</i>		X	X					X						
<i>(uro*vim) x E.grandis 2</i>	X	X	X					X					X	
<i>E.dunnii x E.globulus/globulus 3</i>			X											
<i>E.dun x E.grandis 46</i>		X	X											
<i>E.dun x E.grandis 47</i>	X		X					X					X	

<i>E.dun x E.grandis 48</i>			x						x						
<i>E.dun x E.grandis 49</i>			x						x	x					
<i>E.dun x E.grandis 50</i>			x												
<i>E.dun x (gra*dun)1</i>	x		x												
<i>E.dunnii x(gra*dun)2</i>			x						x					x	x
<i>E.dunnii x (gra*dun)3</i>	x	x	x												
<i>E.dunnii x (gra*dun)4</i>			x												
<i>E.dunnii x (gra*dun)5</i>			x	x											
<i>(E.grandis x E.dun)1</i>			x												
<i>(E.grandis x E.dun)2</i>			x												
No.	59	75	167	34	5	9	9	104	33	19	0	0	3	79	57

Donde:

284, 285, 286: No. ensayos

0: Daño por heladas “0”

1: Daño por heladas “1”

2-3: Daño por heladas “2-3”

4-5: Daño por heladas “4-5”

6-7: Daño por heladas “6-7”

No. = número total de genotipos que presentaron daño por heladas en cada ensayo según clasificación de daño.

“dun”: *Eucalyptus dunnii*

Anexo No. 12. Materiales identificados con daño por heladas “0” en el ensayo No. 284

Se identificaron 59 genotipos con daño por heladas “0”. Los genotipos identificados son:

- 30 *E.grandis* ( 4,6,7,8,10,12,13,16,17,19,21,24,29,30,32,40,42,43,48,49,50,54, 55,60,64,66,69,70,71,76)
- 13 *E.dunnii x E.grandis* (2, 4, 6, 11, 12, 20, 22, 37, 40, 41,44,45,47)
- 8 *Eucalyptus dunnii* ( 2, 3, 4, 8, 9, 11, 14, 15)
- 3 *E.grandis x E.maidenii* (1, 2, 3)
- 2 *E.dunnii x (gra \* dun)* (1, 3)
- 2 *E.dunnii x E. globulus/globulus* (1, 2)
- (*uro \* vim*) x *E. grandis* (2)

Anexo No. 13. Materiales identificados con daño por heladas “1” en el ensayo No. 284

Se identificaron 75 genotipos con daño por heladas “1”. Los genotipos identificados son:

- 49 *E. grandis* (1,2,3,4,5,6,7,8,12,19,20,21,24,26,29,30,31,32,34,36,37,39,40,42,43, 46,48,49,50,52,53,54,56,57,60,61,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76)
- 13 *E. dunnii* x *E. grandis* ( 1, 2, 6, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 33, 40, 41,46)
- 9 *E. dunnii* (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 16)
- 2 (*uro* \* *vim*) x *E. grandis* (1, 2)
- *E. dunnii* x (*gra* \* *dun*) (3)
- *E. benthamii* (28)

Anexo No. 14. Materiales identificados con daño por heladas “2-3” en el ensayo No. 284. Se identificaron 167 genotipos con daño por heladas “2-3”. Los genotipos identificados son:

- 76 *Eucalyptus grandis* ( 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,11, 12, 13, 14, 15, 16, 17,18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75,76)
- 50 *E. dunnii* x *E. grandis* (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21, 22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47, 48,49,50)
- 17 *Eucalyptus dunnii* (1, 2, 3,4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17)
- 11 *Eucalyptus benthamii* ( 4, 6, 8, 12, 13, 16, 18, 22, 23, 27, 32)
- 5 *Eucalyptus dunnii* x (*gra* \* *dun*) (1, 2, 3, 4, 5)
- 3 *E. dunnii* x *E. globulus/globulus* (1, 2)
- 2 *E. grandis* x *E. dunnii* (1, 2)
- 2 (*uro* \* *vim*) x *E. grandis* ( 1, 2)
- *E. grandis* x *E. maidenii* (1)

Anexo No. 15. Materiales identificados con daño por heladas “4-5” en el ensayo No. 284. Se identificaron 34 genotipos con daño por heladas “4-5”. Los genotipos identificados son:

- 29 *E. benthamii* (1,2,3,5,7,8,9,10,11,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25, 26,27,28,29,30,31,33)
- 4 *E. dunnii* x *E. grandis* (26, 32, 34, 40)
- *E. dunnii* x (*gra* \* *dun*) ( 5)

Anexo No. 16. Materiales identificados con daño por heladas “2-3” en el ensayo No. 285. Se registraron 104 genotipos con daño por heladas “2-3”. Los genotipos son:

- 54 *Eucalyptus grandis* (1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13,14, 15, 17,18,19, 20, ,22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 31, 32, 33,34, 36,37, 39, 40, 41, 42,45, 46,47, 51, 52, 53, 54,56, 57, 60, 62, 63, 67, 68, 70,71, 73, 74,75, 76)
- 30 *E.dunnii* x *E.grandis*(1,2,3,5,6,8,10,11,13,14,15,16,17,18,19,21,22,23, 29,30,34,36,39,40,42,43,45,47,48,49)
- 8 *Eucalyptus dunnii* (2, 3, 6, 10, 11, 14,16,17)
- 4 *Eucalyptus benthamii* (3, 6, 12, 32)
- 3 *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus maidenii* (1,2,3)
- 2 (*uro* \* *vim*) x *E.grandis* (1, 2)
- 2 *E.dunnii* x *E. globulus/globulus* (1, 2)
- *E.dunnii* x (*gra* \* *dun*) (2)

Anexo No. 17. Materiales identificados con daño por heladas “4-5” en el ensayo No. 285. Se registraron 33 genotipos con daño por heladas “4-5”. Los genotipos son:

- 17 *E.dunnii* x *E.grandis* ( 1, 8,13,14,15,20,21,26,27,29, 34, 36, 39, 40, 42, 43,49)
- 8 *Eucalyptus benthamii* (5, 6, 10, 12, 14, 23, 26, 32)
- 7 *Eucalyptus dunnii* (3, 5, 6, 10, 11, 14, 16)
- *Eucalyptus grandis* (51)

Anexo No. 18. Materiales identificados con daño por heladas “4-5” en el ensayo No. 286. Se identificaron 79 genotipos con daño por heladas “4-5”. Los genotipos identificados son:

- 52 *Eucalyptus grandis* (1, 2, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 31, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 62, 63, 66, 67, 68, 70, 71, 73, 74, 75)
- 15 *E.grandis* x *E.dunnii* (2, 3, 6, 10, 11, 14, 16, 21, 22, 23, 29, 34, 36, 40,47)
- 4 *Eucalyptus dunnii* (2, 3, 16, 17)
- 3 *Eucalyptus benthamii* (14, 16, 23)
- 2 *E.grandis* x *E.maidenii* (2,3)
- *E.dunnii* x *E. globulus/globulus* (2)
- (*uro* \* *vim*) x *E. grandis* (2)
- *Eucalyptus dunnii* x (*grandis* x *dunnii*) (2)

Anexo No. 19. Materiales identificados con daño por heladas “6-7” en el ensayo No. 286. Se identificaron 57 genotipos con daño por heladas “6-7”. Los genotipos son:

- 38 *Eucalyptus grandis* (1, 2, 5, 8, 11, 12, 13,15, 17, 18, 21, 23, 24, 26, 29, 30, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 45, 46, 47, 51, 52, 53, 56, 57, 58, 62, 67, 68, 70, 71, 74, 75)
- 8 *Eucalyptus benthamii* (5, 9, 11, 14, 16, 23, 26, 28)
- 7 *Eucalyptus dunnii x Eucalyptus grandis* (10, 16, 21, 29, 34, 36, 40)
- 3 *Eucalyptus dunnii* (3, 16,17)
- *E.dunnii x (gra\*dun)* (2)

Anexo No. 20. Mediciones “capacidad de recuperación” al daño por heladas

	285			286		
	1-2	3	4	1-2	3	4
<i>Eucalyptus grandis 1</i>	x			x		
<i>Eucalyptus grandis 2</i>	x			x		
<i>Eucalyptus grandis 3</i>						
<i>Eucalyptus grandis 4</i>						
<i>Eucalyptus grandis 5</i>	x			x		
<i>Eucalyptus grandis 6</i>	x			x		
<i>Eucalyptus grandis 7</i>	x					
<i>Eucalyptus grandis 8</i>	x		x	x		
<i>Eucalyptus grandis 9</i>	x	x	x			
<i>Eucalyptus grandis 10</i>	x			x		
<i>Eucalyptus grandis 11</i>	x			x		
<i>Eucalyptus grandis 12</i>	x			x		
<i>Eucalyptus grandis 13</i>	x			x		
<i>Eucalyptus grandis 14</i>	x					
<i>Eucalyptus grandis 15</i>	x		x	x		
<i>Eucalyptus grandis 16</i>						
<i>Eucalyptus grandis 17</i>	x			x		
<i>Eucalyptus grandis 18</i>	x			x		

<i>Eucalyptus grandis</i> 19	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 20	x	x		x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 21	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 22	x					
<i>Eucalyptus grandis</i> 23	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 24	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 25	x					
<i>Eucalyptus grandis</i> 26	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 27	x			x	x	
<i>Eucalyptus grandis</i> 28	x					
<i>Eucalyptus grandis</i> 29	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 30	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 31	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 32	x					
<i>Eucalyptus grandis</i> 33	x	x		x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 34	x					
<i>Eucalyptus grandis</i> 35	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 36	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 37	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 38						
<i>Eucalyptus grandis</i> 39	x			x	x	
<i>Eucalyptus grandis</i> 40	x	x	x	x	x	X
<i>Eucalyptus grandis</i> 41	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 42	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 43	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 44						
<i>Eucalyptus grandis</i> 45	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 46	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 47	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 48						
<i>Eucalyptus grandis</i> 49						
<i>Eucalyptus grandis</i> 50						
<i>Eucalyptus grandis</i> 51	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 52	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 53	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 54	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 55	x			x	x	
<i>Eucalyptus grandis</i> 56	x			x		

<i>Eucalyptus grandis</i> 57	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 58	x	x		x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 59						
<i>Eucalyptus grandis</i> 60	x					
<i>Eucalyptus grandis</i> 61						
<i>Eucalyptus grandis</i> 62	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 63	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 64						
<i>Eucalyptus grandis</i> 65						
<i>Eucalyptus grandis</i> 66	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 67	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 68	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 69						
<i>Eucalyptus grandis</i> 70	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 71	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 72						
<i>Eucalyptus grandis</i> 73	x			x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 74	x		x	x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 75	x		x	x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 76	x					
<i>Eucalyptus dunnii</i> 1						
<i>Eucalyptus dunnii</i> 2	x			x		
<i>Eucalyptus dunnii</i> 3	x			x		
<i>Eucalyptus dunnii</i> 4						
<i>Eucalyptus dunnii</i> 5	x					
<i>Eucalyptus dunnii</i> 6	x					
<i>Eucalyptus dunnii</i> 7						
<i>Eucalyptus dunnii</i> 8						
<i>Eucalyptus dunnii</i> 9						
<i>Eucalyptus dunnii</i> 10	x					
<i>Eucalyptus dunnii</i> 11	x					
<i>Eucalyptus dunnii</i> 12						
<i>Eucalyptus dunnii</i> 13						
<i>Eucalyptus dunnii</i> 14	x					
<i>Eucalyptus dunnii</i> 15						
<i>Eucalyptus dunnii</i> 16	x			x		
<i>Eucalyptus dunnii</i> 17	x			x		
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 1	x					

<i>E.dunnii x E.grandis 2</i>	x			x		
<i>E.dunnii x E.grandis 3</i>	x			x		
<i>E.dunnii x E.grandis 4</i>						
<i>E.dunnii x E.grandis 5</i>	x					
<i>E.dunnii x E.grandis 6</i>	x			x		
<i>E.dunnii x E.grandis 7</i>						
<i>E.dunnii x E.grandis 8</i>	x					
<i>E.dunnii x E.grandis 9</i>						
<i>E.dunnii x E.grandis 10</i>	x			x		
<i>E.dunnii x E.grandis 11</i>	x			x		
<i>E.dunnii x E.grandis 12</i>						
<i>E.dunnii x E.grandis 13</i>	x					
<i>E.dunnii x E.grandis 14</i>	x			x		
<i>E.dunnii x E.grandis 15</i>	x					
<i>E.dunnii x E.grandis 16</i>	x			x		
<i>E.dunnii x E.grandis 17</i>	x					
<i>E.dunnii x E.grandis 18</i>	x	x				
<i>E.dunnii x E.grandis 19</i>	x					
<i>E.dunnii x E.grandis 20</i>	x					
<i>E.dunnii x E.grandis 21</i>	x	x		x		
<i>E.dunnii x E.grandis 22</i>	x			x		X
<i>E.dunnii x E.grandis 23</i>	x			x		
<i>E.dunnii x E.grandis 24</i>						
<i>E.dunnii x E.grandis 25</i>						
<i>E.dunnii x E.grandis 26</i>	x					
<i>E.dunnii x E.grandis 27</i>	x					
<i>E.dunnii x E.grandis 28</i>						
<i>E.dunnii x E.grandis 29</i>	x			x		
<i>E.dunnii x E.grandis 30</i>	x					
<i>E.dunnii x E.grandis 31</i>						
<i>E.dunnii x E.grandis 32</i>						
<i>E.dunnii x E.grandis 33</i>						
<i>E.dunnii x E.grandis 34</i>	x			x		
<i>E.dunnii x E.grandis 35</i>						
<i>E.dunnii x E.grandis 36</i>	x			x		
<i>E.dunnii x E.grandis 37</i>						
<i>E.dunnii x E.grandis 38</i>						
<i>E.dunnii x E.grandis 39</i>	x					

<i>E.dunnii x E.grandis 40</i>	x			x		
<i>E.dunnii x E.grandis 41</i>						
<i>E.dunnii x E.grandis 42</i>	x					
<i>E.dunnii x E.grandis 43</i>	x					
<i>Eucalyptus benthamii 1</i>						
<i>Eucalyptus benthamii 2</i>						
<i>Eucalyptus benthamii 3</i>	x					
<i>Eucalyptus benthamii 4</i>						
<i>Eucalyptus benthamii 5</i>	x			x		
<i>Eucalyptus benthamii 6</i>	x					
<i>Eucalyptus benthamii 7</i>						
<i>Eucalyptus benthamii 8</i>						
<i>Eucalyptus benthamii 9</i>				x		
<i>Eucalyptus benthamii 10</i>	x					
<i>Eucalyptus benthamii 11</i>	x			x		
<i>Eucalyptus benthamii 12</i>	x					
<i>Eucalyptus benthamii 13</i>						
<i>Eucalyptus benthamii 14</i>	x			x		
<i>Eucalyptus benthamii 15</i>	x					
<i>Eucalyptus benthamii 16</i>	x			x		
<i>Eucalyptus benthamii 17</i>						
<i>Eucalyptus benthamii 18</i>						
<i>Eucalyptus benthamii 19</i>						
<i>Eucalyptus benthamii 20</i>						
<i>Eucalyptus benthamii 21</i>						
<i>Eucalyptus benthamii 22</i>	x					
<i>Eucalyptus benthamii 23</i>	x			x		
<i>Eucalyptus benthamii 24</i>						
<i>Eucalyptus benthamii 25</i>						
<i>Eucalyptus benthamii 26</i>	x			x		
<i>Eucalyptus benthamii 27</i>	x					
<i>Eucalyptus benthamii 28</i>				x		
<i>Eucalyptus benthamii 29</i>	x					
<i>Eucalyptus benthamii 30</i>						
<i>Eucalyptus benthamii 31</i>	x					
<i>Eucalyptus benthamii 32</i>	x					
<i>Eucalyptus benthamii 33</i>	x					
<i>E.grandis x E.maid 1</i>	x					

<i>E.grandis x E.maid 2</i>	x			x	x	
<i>E.grandis x E.maid 3</i>	x	x		x	x	
<i>E.dunnii x E.globulus/globulus 1</i>	x					
<i>E.dunnii x E.globulus/globulus 2</i>	x			x		
<i>E.dunnii x E.grandis 44</i>						
<i>E.dunnii x E.grandis 45</i>	x					
<i>(uro*vim) x E.grandis 1</i>	x					
<i>(uro*vim) x E.grandis 2</i>	x		x	x		
<i>E.dunnii x E.globulus/globulus 3</i>						
<i>E.dunnii x E.grandis 46</i>						
<i>E.dunnii x E.grandis 47</i>	x	x	x	x		
<i>E.dunnii x E.grandis 48</i>	x					
<i>E.dunnii x E.grandis 49</i>	x					
<i>E.dunnii x E.grandis 50</i>						
<i>E.dunnii x (gra*dun)1</i>						
<i>E.dunnii x (gra*dun)2</i>	x			x		
<i>E.dunnii x (gra*dun)3</i>						
<i>E.dunnii x (gra*dun)4</i>						
<i>E.dunnii x (gra*dun)5</i>						
<i>(E.grandis x E.dunnii)1</i>						
<i>(E.grandis x E.dunnii)2</i>						
No.	129	9	8	84	6	2

Donde:

284, 285, 286: No. ensayos

1-2: Capacidad de recuperación al daño por heladas “1-2”

3: Capacidad de recuperación al daño por heladas “3”

4: Capacidad de recuperación al daño por heladas “4”

No. = número total de genotipos que presentaron capacidad de recuperación al daño por heladas en cada ensayo según clasificación

Anexo No. 21. Materiales identificados con capacidad de recuperación al daño por heladas “1-2” en el ensayo No. 285. Se registraron 129 genotipos con capacidad de recuperación al daño por heladas “1-2”. Estos genotipos son:

- 62 *E.grandis* (1, 2, 5, 6, 7,8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 62, 63, 66, 67, 68, 70, 71, 73, 74, 75, 76)
- 33 *E.dunnii x E.grandis* (1,2,3,5,6,8,10,11,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23, 26, 27,29,30,34,36,39,40,42,43,45,47,48,49)
- 17 *E.benthamii* (3, 5, 6,10, 11, 12, 14, 15, 16, 22, 23, 26, 27, 29, 31, 32, 33)
- 9 *Eucalyptus dunnii* (2,3, 5, 6, 10, 11, 14, 16, 17)
- 3 *E.grandis x E. maidenii* (1, 2, 3)
- 2 *E.dunnii x E.globulus/globulus* (1, 2)
- 2 (*uro \* vim*) *x E. grandis* (1, 2)
- *E.dunnii x (gra\* dun)* (2)

Anexo No. 22. La totalidad de los materiales evaluados en el ensayo No. 286 presentaron capacidad de recuperación al daño por heladas “1-2”. Los genotipos son:

- 54 *E.grandis* (1,2,5,6,8,10,11,12,13,15,17,18,19,20,21,23,24,26,27,29,30, 31,33,35,36,37,39,40,41,42,43,45,46,47,51,52, 53,54,55,56,57,58,62,63,66, 67, 68,70,71,73,74,75)
- 15 *E.dunnii x E.grandis* (2, 3, 6, 10, 11, 14, 16, 21, 22, 23, 29, 34, 36, 40, 47)
- 8 *Eucalyptus benthamii* (5, 9, 11, 14, 16, 23, 26, 28)
- 4 *Eucalyptus dunnii* (2, 3, 16, 17)
- 2 *E.grandis x E. maidenii* (2, 3)
- *E.dunnii x E.globulus/globulus* (2)
- (*uro \* vim*) *x E. grandis* (2)
- *E.dunnii x (gra\* dun)* (2)

Anexo No. 23. Mediciones “capacidad de dominancia”

	285			286		
	1	2-3	4	1	2-3	4
<i>Eucalyptus grandis 1</i>	x	x		X	x	x
<i>Eucalyptus grandis 2</i>	x	x		X		
<i>Eucalyptus grandis 3</i>						
<i>Eucalyptus grandis 4</i>						
<i>Eucalyptus grandis 5</i>	x	x	x	x		
<i>Eucalyptus grandis 6</i>	x	x		x		
<i>Eucalyptus grandis 7</i>	x	x				

<i>Eucalyptus grandis 8</i>	x	x	x	x	x	
<i>Eucalyptus grandis 9</i>	x	x	x			
<i>Eucalyptus grandis 10</i>	x	x		x		
<i>Eucalyptus grandis 11</i>	x	x		x	x	
<i>Eucalyptus grandis 12</i>	x	x	x	x	x	
<i>Eucalyptus grandis 13</i>	x	x	x	x	x	
<i>Eucalyptus grandis 14</i>	x	x				
<i>Eucalyptus grandis 15</i>	x	x	x	x	x	
<i>Eucalyptus grandis 16</i>						
<i>Eucalyptus grandis 17</i>	x	x	x	x	x	
<i>Eucalyptus grandis 18</i>	x	x		x	x	x
<i>Eucalyptus grandis 19</i>	x	x	x	x	x	
<i>Eucalyptus grandis 20</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Eucalyptus grandis 21</i>	x	x	x	x		
<i>Eucalyptus grandis 22</i>	x	x	x			
<i>Eucalyptus grandis 23</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Eucalyptus grandis 24</i>	x	x		x	x	x
<i>Eucalyptus grandis 25</i>	x	x	x			
<i>Eucalyptus grandis 26</i>	x	x	x	x	x	
<i>Eucalyptus grandis 27</i>	x	x	x	x	x	
<i>Eucalyptus grandis 28</i>	x	x	x			
<i>Eucalyptus grandis 29</i>	x	x	x	x	x	
<i>Eucalyptus grandis 30</i>	x	x	x	x		
<i>Eucalyptus grandis 31</i>		x	x	x	x	
<i>Eucalyptus grandis 32</i>	x	x	x			
<i>Eucalyptus grandis 33</i>	x	x		x	x	x
<i>Eucalyptus grandis 34</i>	x	x	x			
<i>Eucalyptus grandis 35</i>	x	x		x	x	
<i>Eucalyptus grandis 36</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Eucalyptus grandis 37</i>	x	x		x	x	
<i>Eucalyptus grandis 38</i>						
<i>Eucalyptus grandis 39</i>	x	x		x	x	x
<i>Eucalyptus grandis 40</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Eucalyptus grandis 41</i>	x	x		x	x	
<i>Eucalyptus grandis 42</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Eucalyptus grandis 43</i>	x	x		x		x
<i>Eucalyptus grandis 44</i>						
<i>Eucalyptus grandis 45</i>	x	x	x	x		

<i>Eucalyptus grandis</i> 46	x	x		x	x	x
<i>Eucalyptus grandis</i> 47	x	x	x	x	x	
<i>Eucalyptus grandis</i> 48						
<i>Eucalyptus grandis</i> 49						
<i>Eucalyptus grandis</i> 50						
<i>Eucalyptus grandis</i> 51	x	x		x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 52	x	x		x	x	
<i>Eucalyptus grandis</i> 53	x	x		x	x	
<i>Eucalyptus grandis</i> 54	x	x	x	x	x	
<i>Eucalyptus grandis</i> 55	x	x	x	x	x	x
<i>Eucalyptus grandis</i> 56	x	x		x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 57	x	x		x		x
<i>Eucalyptus grandis</i> 58	x	x	x	x	x	x
<i>Eucalyptus grandis</i> 59						
<i>Eucalyptus grandis</i> 60	x	x				
<i>Eucalyptus grandis</i> 61						
<i>Eucalyptus grandis</i> 62	x	x	x	x		x
<i>Eucalyptus grandis</i> 63	x	x		x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 64						
<i>Eucalyptus grandis</i> 65						
<i>Eucalyptus grandis</i> 66	x	x	x	x	x	
<i>Eucalyptus grandis</i> 67	x	x	x	x	x	x
<i>Eucalyptus grandis</i> 68	x	x		x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 69						
<i>Eucalyptus grandis</i> 70	x	x	x	x	x	x
<i>Eucalyptus grandis</i> 71	x	x		x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 72						
<i>Eucalyptus grandis</i> 73	x	x	x	x		
<i>Eucalyptus grandis</i> 74	x	x	x	x	x	x
<i>Eucalyptus grandis</i> 75		x	x	x		x
<i>Eucalyptus grandis</i> 76	x	x	x			
<i>Eucalyptus dunnii</i> 1						
<i>Eucalyptus dunnii</i> 2	x	x		x		x
<i>Eucalyptus dunnii</i> 3	x	x		x	x	
<i>Eucalyptus dunnii</i> 4						
<i>Eucalyptus dunnii</i> 5	x					
<i>Eucalyptus dunnii</i> 6	x					
<i>Eucalyptus dunnii</i> 7						

<i>Eucalyptus dunnii</i> 8						
<i>Eucalyptus dunnii</i> 9						
<i>Eucalyptus dunnii</i> 10	x	x	x			
<i>Eucalyptus dunnii</i> 11	x	x	x			
<i>Eucalyptus dunnii</i> 12						
<i>Eucalyptus dunnii</i> 13						
<i>Eucalyptus dunnii</i> 14	x	x				
<i>Eucalyptus dunnii</i> 15						
<i>Eucalyptus dunnii</i> 16	x	x		x	x	
<i>Eucalyptus dunnii</i> 17	x	x		x		
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 1	x	x	x			
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 2	x	x		x		
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 3	x	x		x		
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 4						
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 5	x	x				
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 6	x	x	x	x	x	
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 7						
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 8	x	x	x			
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 9						
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 10	x	x		x		
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 11		x		x		
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 12						
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 13	x	x	x			
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 14	x	x		x	x	
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 15	x	x				
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 16	x	x	x	x	x	
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 17		x	x			
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 18	x	x				
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 19	x	x	x			
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 20	x	x				
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 21	x	x	x	x		
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 22	x	x		x		x
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 23	x	x		x		
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 24						
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 25						
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 26	x					
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 27	x					
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 28						

<i>E.dunnii x E.grandis</i> 29	x	x	x	x	x	x
<i>E.dunnii x E.grandis</i> 30	x	x				
<i>E.dunnii x E.grandis</i> 31						
<i>E.dunnii x E.grandis</i> 32						
<i>E.dunnii x E.grandis</i> 33						
<i>E.dunnii x E.grandis</i> 34	x	x		x	x	
<i>E.dunnii x E.grandis</i> 35						
<i>E.dunnii x E.grandis</i> 36	x	x		x	x	x
<i>E.dunnii x E.grandis</i> 37						
<i>E.dunnii x E.grandis</i> 38						
<i>E.dunnii x E.grandis</i> 39	x	x	x			
<i>E.dunnii x E.grandis</i> 40	x	x		x		
<i>E.dunnii x E.grandis</i> 41						
<i>E.dunnii x E.grandis</i> 42	x	x				
<i>E.dunnii x E.grandis</i> 43	x	x				
<i>Eucalyptus benthamii</i> 1						
<i>Eucalyptus benthamii</i> 2						
<i>Eucalyptus benthamii</i> 3	x	x				
<i>Eucalyptus benthamii</i> 4						
<i>Eucalyptus benthamii</i> 5	x			x	x	
<i>Eucalyptus benthamii</i> 6	x	x				
<i>Eucalyptus benthamii</i> 7						
<i>Eucalyptus benthamii</i> 8						
<i>Eucalyptus benthamii</i> 9				x	x	
<i>Eucalyptus benthamii</i> 10	x					
<i>Eucalyptus benthamii</i> 11	x			x		
<i>Eucalyptus benthamii</i> 12	x					
<i>Eucalyptus benthamii</i> 13						
<i>Eucalyptus benthamii</i> 14	x			x		
<i>Eucalyptus benthamii</i> 15	x	x				
<i>Eucalyptus benthamii</i> 16	x			x	x	
<i>Eucalyptus benthamii</i> 17						
<i>Eucalyptus benthamii</i> 18						
<i>Eucalyptus benthamii</i> 19						
<i>Eucalyptus benthamii</i> 20						
<i>Eucalyptus benthamii</i> 21						
<i>Eucalyptus benthamii</i> 22	x	x				
<i>Eucalyptus benthamii</i> 23	x	x		x	x	x

<i>Eucalyptus benthamii</i> 24						
<i>Eucalyptus benthamii</i> 25						
<i>Eucalyptus benthamii</i> 26	x	x		x		x
<i>Eucalyptus benthamii</i> 27	x					
<i>Eucalyptus benthamii</i> 28				x		
<i>Eucalyptus benthamii</i> 29	x	x				
<i>Eucalyptus benthamii</i> 30						
<i>Eucalyptus benthamii</i> 31	x					
<i>Eucalyptus benthamii</i> 32	x	x				
<i>Eucalyptus benthamii</i> 33	x	x				
<i>E.grandis</i> x <i>E.maid</i> 1	x	x	x			
<i>E.grandis</i> x <i>E.maid</i> 2		x		x	x	
<i>E.grandis</i> x <i>E.maid</i> 3	x	x	x	x	x	
<i>E.dunnii</i> x <i>E.globulus/globulus</i> 1	x	x	x			
<i>E.dunnii</i> x <i>E.globulus/globulus</i> 2	x	x		x		
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 44						
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 45	x	x				
( <i>uro*vim</i> ) x <i>E.grandis</i> 1	x	x				
( <i>uro*vim</i> ) x <i>E.grandis</i> 2	x	x	x	x		
<i>E.dunnii</i> x <i>E.globulus/globulus</i> 3						
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 46						
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 47	x	x		x	x	
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 48	x	x				
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 49	x	x	x			
<i>E.dunnii</i> x <i>E.grandis</i> 50						
<i>E.dunnii</i> x ( <i>gra*dun</i> )1						
<i>E.dunnii</i> x ( <i>gra*dun</i> )2	x	x		x	x	x
<i>E.dunnii</i> x ( <i>gra*dun</i> )3						
<i>E.dunnii</i> x ( <i>gra*dun</i> )4						
<i>E.dunnii</i> x ( <i>gra*dun</i> )5						
( <i>E.grandis</i> x <i>E.dunnii</i> )1						
( <i>E.grandis</i> x <i>E.dunnii</i> )2						
No.	124	117	54	84	51	27

Donde:

284, 285, 286: No. ensayos

1: Capacidad de dominancia "1"

2-3: Capacidad de dominancia "2-3"

4: Capacidad de dominancia "4"

No. = número total de genotipos que presentaron capacidad de dominancia en cada ensayo según clasificación.

Anexo No. 24. Materiales identificados con capacidad de dominancia "4" en el ensayo No. 285. Se registraron 54 genotipos con capacidad de dominancia "4". Los genotipos identificados son:

- 37 *E.grandis* (5, 8, 9, 12, 13, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 36, 40, 42, 45, 47, 54, 55, 58, 62, 66, 67, 70, 74, 73, 75, 76)
- 11 *Eucalyptus dunnii* x *Eucalyptus grandis* (1, 6, 8, 13, 16, 17, 19, 21, 29, 39,49)
- 2 *Eucalyptus dunnii* (10,11)
- 2 *E.grandis* x *E.maidenii* (1,3)
- *E.dunnii* x *E. globulus/globulus* (1)
- (*uro* \* *vim*) x *E.grandis* (2)

Anexo No. 25. Materiales identificados con capacidad de dominancia "1" en el ensayo No. 286. La totalidad de los materiales evaluados en el ensayo No. 286 presentaron capacidad de dominancia "1". Los genotipos son:

- 54 *E.grandis* (1,2,5,6,8,10,11,12,13,15,17,18,19,20,21,23,24,26,27,29,30,31, 33,35,36,37,39,40,41,42,43,45,46,47,51,52,53,54,55,56,57,58,62,63,66,67,68, 70,71,73,74,75)
- 15 *E.dunnii* x *E.grandis* (2, 3, 6, 10, 11, 14, 16, 21, 22, 23, 29, 34, 36, 40, 47)
- 8 *Eucalyptus benthamii* (5, 9, 11, 14, 16, 23, 26, 28)
- 4 *Eucalyptus dunnii* (2, 3, 16, 17)
- 2 *E.grandis* x *E. maidenii* (2, 3)

- *E.dunnii* x *E.globulus/globulus* (2)
- 2 (*uro* \* *vim*) x *E. grandis* (2)
- *E.dunnii* x (*gra*\* *dun*) (2)

Anexo No. 26. Materiales identificados con capacidad de dominancia “2-3” en el ensayo No. 286. Se registraron 51 genotipos con capacidad de dominancia “2-3”. Los genotipos identificados son:

- 35 *E.grandis* (1,8,11,12,13,15,17,18,19,20,23,24,26,27,29,31,33,35, 36, 37, 39, 40,41,42,46,47,52,53,54,55,58,66,67,70,74)
- 7 *Eucalyptus dunnii* x *Eucalyptus grandis* (6, 13, 17, 29, 34, 36, 47)
- 4 *Eucalyptus benthamii* (5, 9, 16, 23)
- 2 *E.grandis* x *E.maidenii* (2,3)
- 2 *Eucalyptus dunnii* (3,16)
- *E.dunnii* x (*gra*\* *dun*)

Anexo No. 27. Representación de Clústeres

Figura No. 4. Ensayo No. 284 - Clúster No. 1

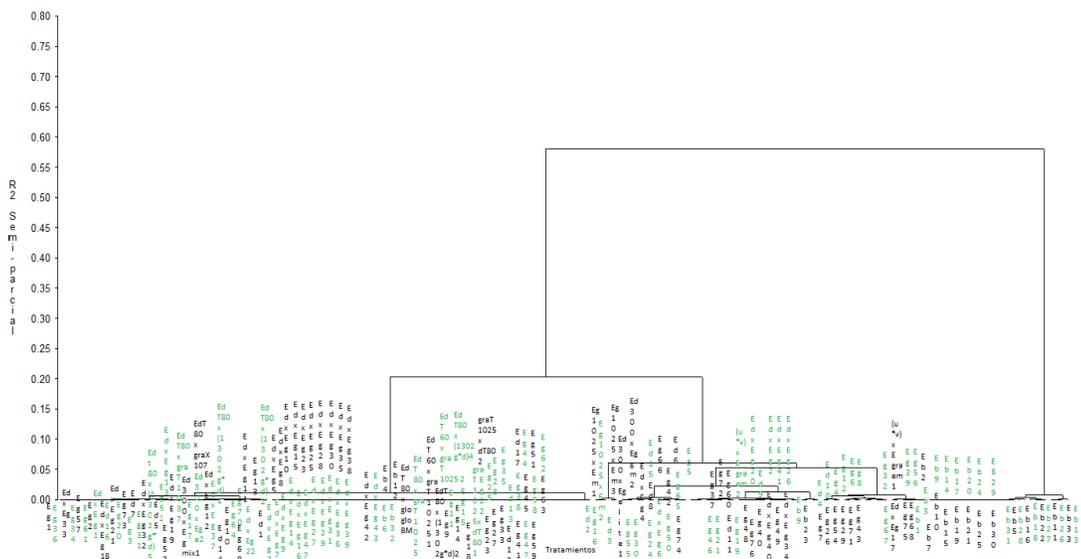


Figura No. 5. Ensayo No. 285 - Clúster No.2

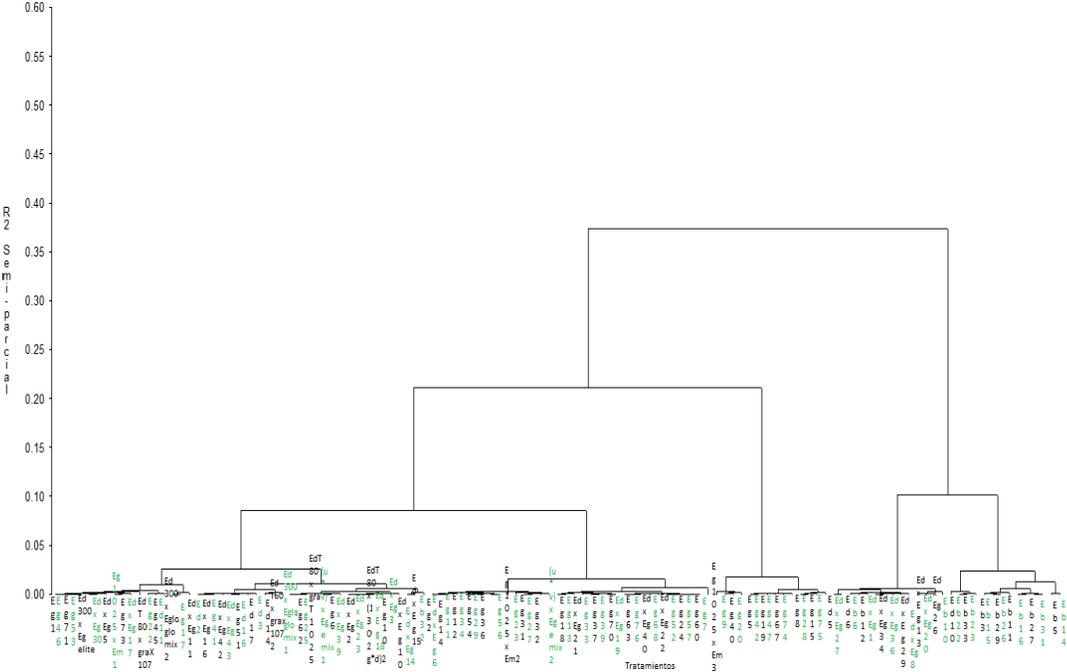


Figura No. 6. Ensayo No. 286 - Clúster No.3

