

## EVALUACIÓN DE ÁRBOLES PLUS DE *Eucalyptus grandis*

Yozo Hasegawa<sup>1</sup>, Isabel Trujillo<sup>2</sup>

### Introducción

El Proyecto de mejoramiento genético de árboles forestales en Uruguay, comenzó en marzo de 1993, como un trabajo conjunto del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). El objetivo del Proyecto es, establecer las técnicas de mejoramiento genético básicas, necesarias para abastecer la creciente demanda de semillas mejoradas de *Eucalyptus*. En este informe se detallan los resultados de la Evaluación de los árboles plus de *E. grandis*, seleccionados en el Uruguay.

### 1. Instalación de pruebas de progenie

Las pruebas de progenie se instalaron con semillas extraídas de los árboles plus seleccionados.

#### 1.1 Zonas en donde se instalaron las pruebas de progenie

El Uruguay se encuentra dividido en zonas según el tipo suelo. Las zonas calificadas como no aptas para la ganadería, fueron consideradas como zonas de prioridad forestal (Zonas 2, 7, 8 y 9). Las Zonas 2, 7, 8 y 9 corresponden aproximadamente a las regiones sur, norte, centro y oeste del país. En el año 1993 se instalaron tres pruebas de progenie (representadas aproximadamente por las mismas familias) en las zonas 7, 8 y 9 (referirse a No. 27, 28 y 29 de la Figura 1).

#### 1.2 Diseño experimental de las pruebas de progenie

Se ha utilizado un diseño de bloques completos al azar y los datos de la instalación se resumen en el siguiente cuadro:

Especie	Fecha de Instalación	No.de ensayo	Zona	No. de flías.	No.de árboles	Superf. (ha)	Diseño	Tipo de parcela
E.grandis	Oct.1993	No. 27	7	111	5,550	3,46	RCB 10*5	Fila
	Nov. 1993	No. 28	9	105	5,250	4,03	RCB 10*5	Fila
	Nov. 1993	No. 29	8	85	4,250	3,00	RCB 10*5	Fila

Nota: RCB10\*5 representa, bloques completos al azar con 10 repeticiones y 5 árboles por parcela.

<sup>1</sup> Experto Japonés – Convenio INIA-JICA

<sup>2</sup> Ing. Agr. Programa Nacional Forestal - INIA Tacuarembó

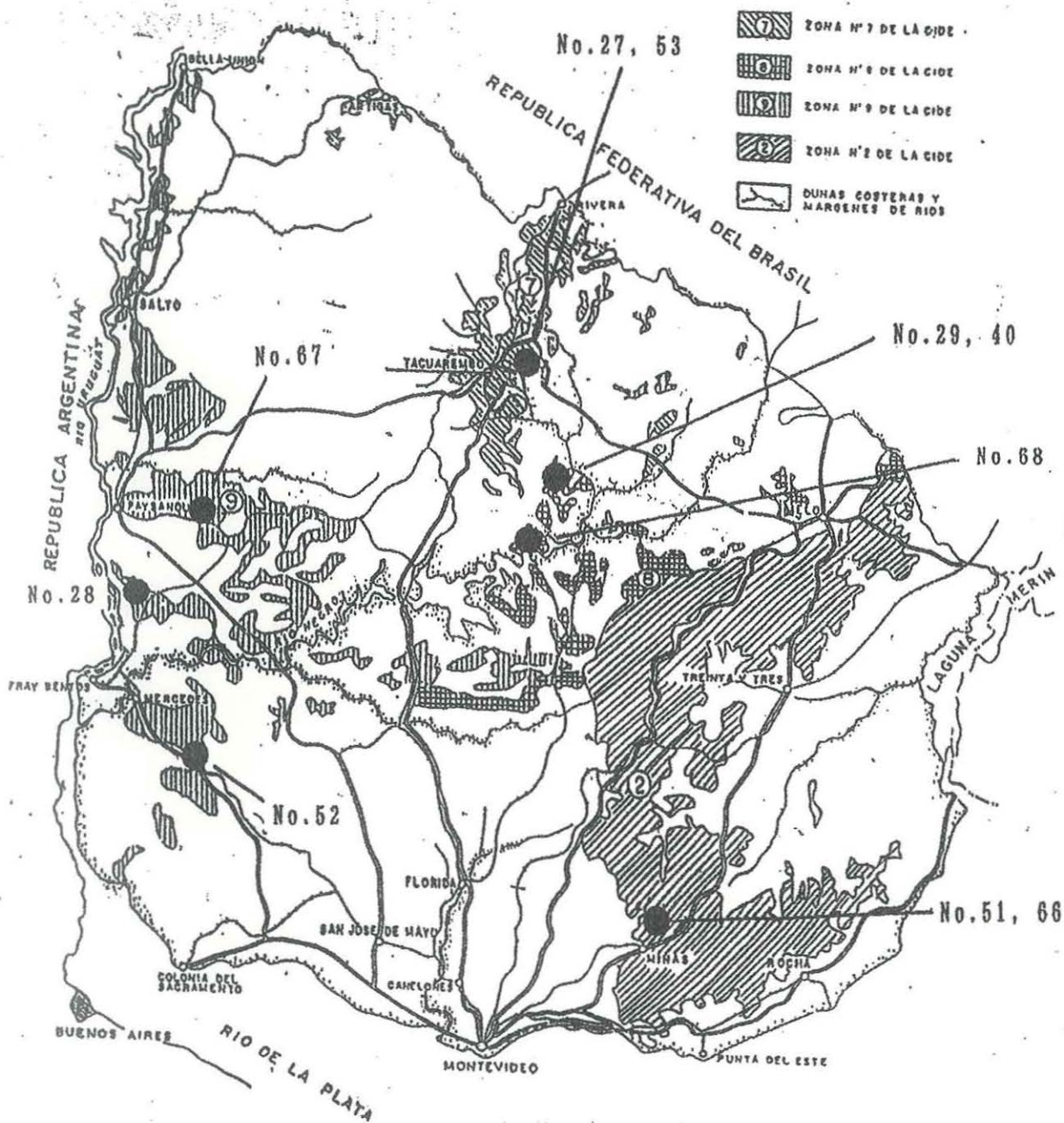


Figura 1. Ubicación de las pruebas de progenie de las sp. *E. grandis*, *globulus* y *maidinii* y división de las zonas de prioridad.

### 1.3 Relevamiento de datos

Se determinó que la toma de datos para todas las pruebas de progenie se realizaría al año de instalado el ensayo y luego cada dos años.

Los parámetros medidos en el primer relevamiento son: 1) altura del árbol y, 2) tipos de daño, mientras que, para el relevamiento del 3er año, se agregó el de D.A.P. Los tipos de daños más comunes son: bifurcaciones, troncos doblados, daños por heladas, daños por plagas, quiebre de ramas, rebrotes, inclinación del tronco, etc.

En el Cuadro 1, se resumen los datos relevados en las pruebas de progenie de *E. grandis* de 3 años de edad.

Cuadro 1: Resumen de los valores medios (corregidos por mínimos cuadrados) para los parámetros sobrevivencia, altura y DAP para las pruebas de progenie de *E. grandis* medidas a los 3 años.

Parámetros evaluados	No. de ensayo y zona donde se instaló		
	No. 27 Zona 7	No. 28 Zona 9	No. 29 Zona 8
Tasa de sobrevivencia(%)	85,4	65,7	92,3
Altura de árbol (m)	9,1	5,8	7,8
D.A.P.(cm)	8,3	5,7	7,7

### 2. Análisis de datos de las pruebas de progenie

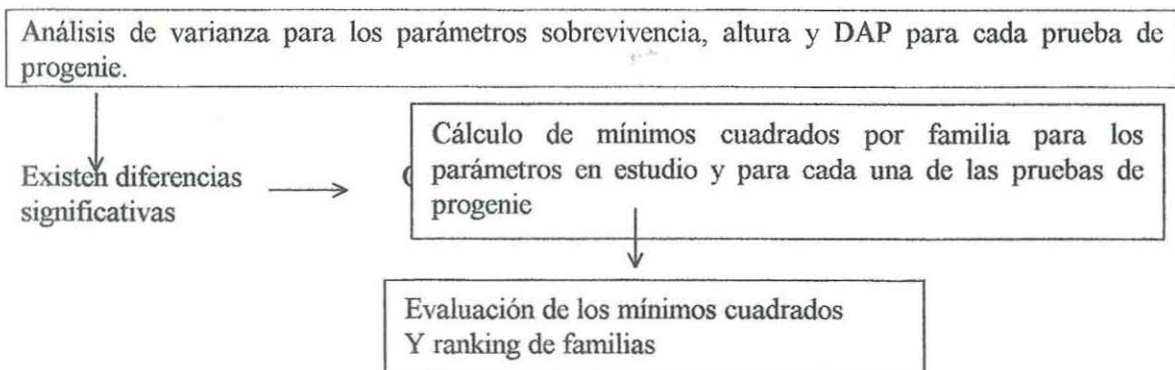
El análisis de cada prueba de progenie se realizó con los datos relevados al tercer año. La evaluación de cada familia, se realizó mediante el análisis conjunto de las tres pruebas de progenie. Se pudo observar que el nivel de confianza de la media de la familia (valor que representa a la familia) de cada prueba, varía notoriamente según la existencia o no de daños en dichos ensayos. Es necesario estudiar el grado de precisión del análisis de las pruebas de progenie.

En la Cuadro 2, se describe el proceso de análisis.

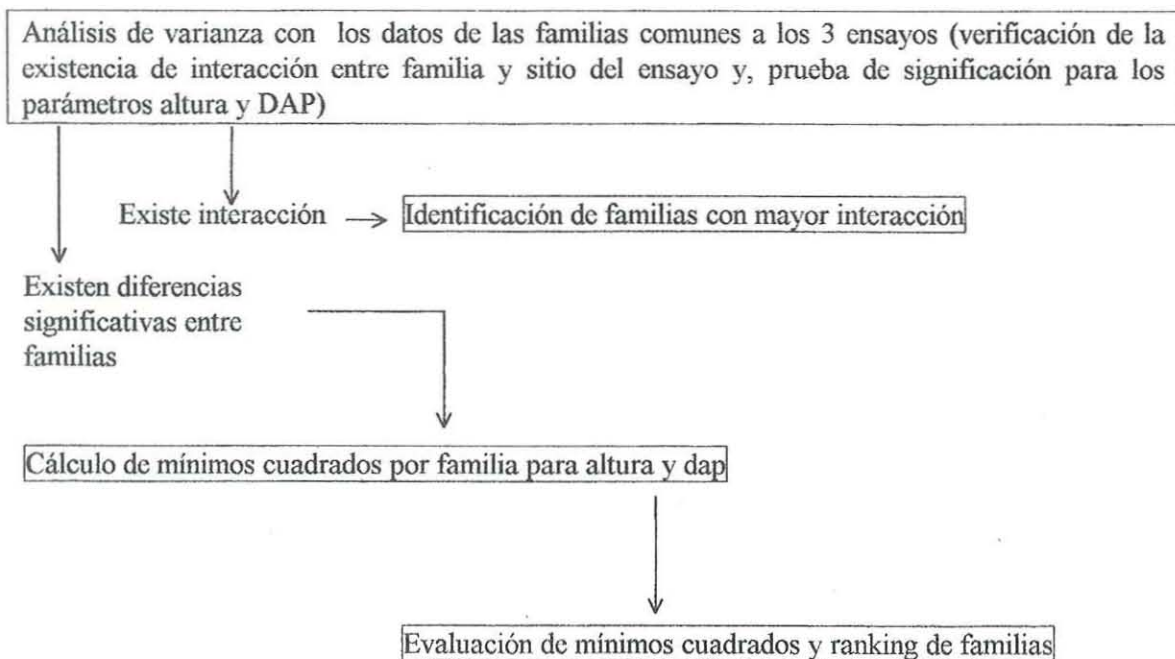
<b>Objetivo del análisis</b>	Verificar la precisión de las medias de familias de cada prueba de progenie	Verificar la necesidad de agrupar los ensayos	Análisis conjunto para la evaluación de familias
<b>Método de análisis</b>	Análisis de varianza para cada prueba de progenie	Análisis de interacción flia-sitio	-Índices de selección -Mínimos cuadrados etc.

A continuación se presentan los pasos llevados a cabo para el análisis.

Paso 1



Paso 2



Paso 3

Evaluación de las familias utilizando índices de selección

**2.1 Análisis de datos para cada prueba de progenie**

*2.1.1 Análisis de varianza para cada prueba de progenie*

Para el análisis de varianza de cada prueba de progenie, se utilizó un Programa que realiza el análisis de varianza por mínimos cuadrados.

Si se compara los valores F del efecto familia con el valor F de tabla, se obtienen los resultados que se detallan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Valor F y nivel de significación para el efecto familia

No. de ensayo	Valor de F y nivel de significación			
	Altura		DAP	
27	2.629	**	2.985	**
28	1.463	**	1.238	*
29	1.62	Ns	1.045	ns

Nota: \*\*significativo al 1 %

\* significativo al 5 %

Si se comparan las 3 pruebas de progenie, se observa que en los ensayos No. 27 y No. 28 existen diferencias significativas entre familias, mientras que en altura de árboles y D.A.P del ensayo No. 29, no se pudieron verificar diferencias significativas entre familias.

En el Cuadro 4, se comparan los componentes del análisis de varianza.

Cuadro 4. Componentes del análisis de varianza

(1) Altura del árbol

Variación	Ensayo	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F
Familia	No. 27	235,406	2,140	2,629 **
	No. 28	162,152	1,559	1,463 **
	No. 29	327,973	3,904	1,162 ns
Error	No. 27	801,055	0,814	
	No. 28	937,855	1,066	
	No.29	2505,719	3,359	

(2) D.A.P.

Variación	Ensayo	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F
Familia	No. 27	454,250	4,130	2,985 **
	No. 28	221,078	2,126	1,238 **
	No. 29	336,492	4,006	1,045 ns
Error	No. 27	1361,148	1,383	
	No. 28	1511,402	1,718	
	No.29	2858,484	3,832	

Nota: \*\*significativo al 1 %

\* significativo al 5 %

A pesar de que no se observaron diferencias notorias entre los valores medios de cada familia en los diferentes ensayos, se puede observar que para el ensayo 29 el componente del error es notoriamente mas alto que para los otros ensayos. Esto podría atribuirse a una posible falta de uniformidad en las condiciones del suelo.

El estudio que se realizó para verificar la existencia o no de uniformidad en las condiciones de suelo de los ensayos se ilustra en las siguientes figuras.

Bloque	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

→ Cálculo de la media de  
→ Altura en sentido perpendicular  
a la ubicación de los bloques

Se muestra en la Figura 2, la agrupación de los resultados.

En el ensayo 29 es donde se aprecian las mayores diferencias por lo cual se consideró adecuado dividir al ensayo en dos partes y realizar otro análisis. Se dividen los bloques de tal manera que las condiciones dentro de un bloque sean lo más uniforme posible.

En el Cuadro 5, se observan los resultados de los análisis de varianza calculados con 20 bloques. Se verificaron diferencias significativas entre filas, en altura de árbol y D.A.P.

Bloque	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
fila 1										
fila 40										
fila 41										
fila 85										

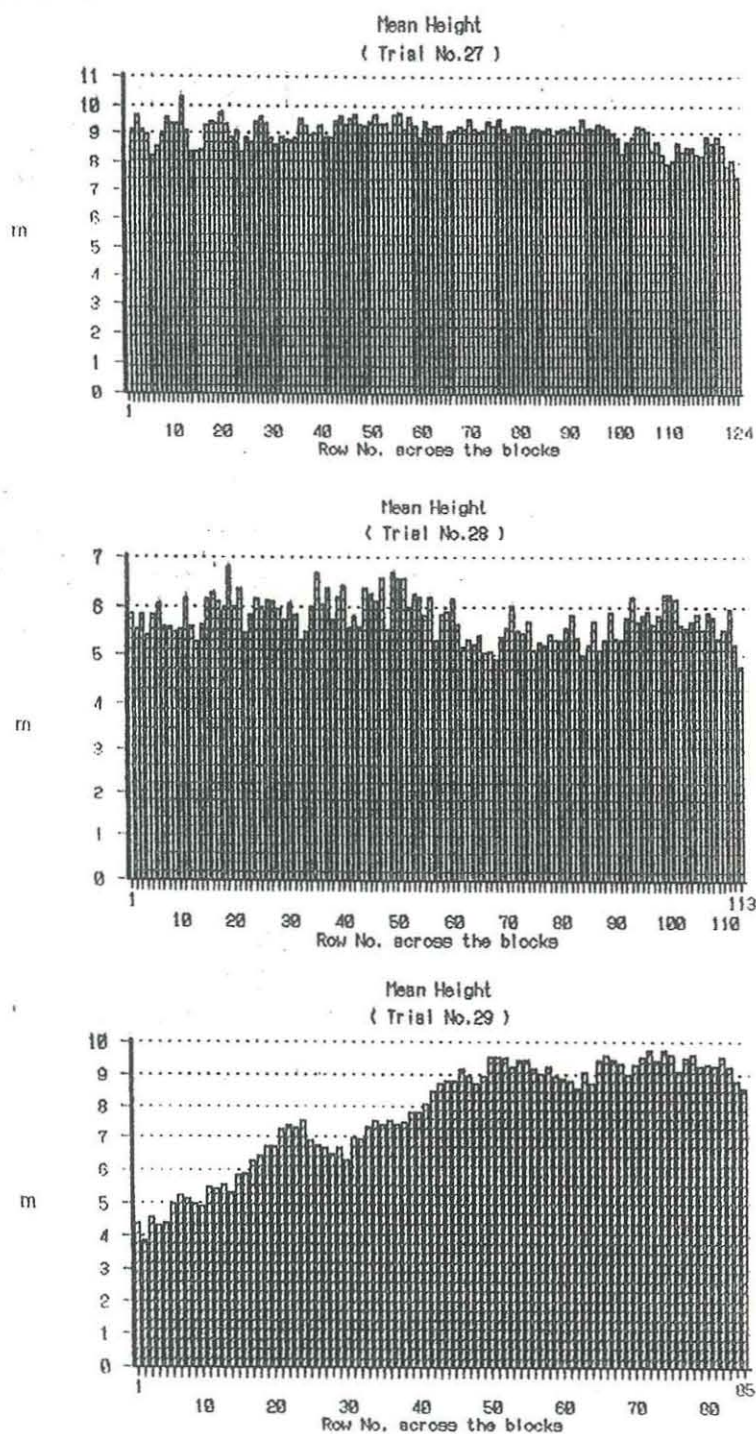


Figura 2. Media de altura de árboles calculado con cortes transversales de bloques.



Cuadro 5. Análisis de varianza del ensayo No. 29, luego de la división de los bloques

(1) Altura de árbol

Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F
Familia	84	146,179	1,740	1.463**
Bloque	19	1760,857	92,677	77.907**
Error	736	875,537	1,190	

(2) D.A.P

Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F
Familia	84	174,565	2,078	1.339*
Bloque	19	1865,626	98,191	63.285**
Error	736	1141,945	1,552	

Si se observan los análisis de varianza antes y después de la división se aprecia que los componentes del error disminuyen luego de la división de los bloques y que las diferencias entre las familias pasan a ser significativas.

2.1.2 *Evaluación por mínimos cuadrados para los parámetros en estudio en cada prueba de progenie*

Se calcularon los mínimos cuadrados por familias para altura y dap y se las ranqueo en 10 categorías (ver cuadro 6)

2.2 Análisis conjunto de las 3 pruebas de progenie

Con el análisis conjunto de las pruebas de progenie, se realiza una evaluación general de las familias de árboles plus.

2.2.1 *Estudio del nivel de significación de la interacción entre familias y sitio del ensayo.*

Cuando varían las condiciones del suelo, clima, etc., según la ubicación del ensayo, puede variar la posición en el ranking de familias basado en la adaptabilidad de la familia. Se denomina a este fenómeno interacción entre genes y medio ambiente. El análisis de varios ensayos de progenie, se realizó utilizando los datos de 85 familias comunes plantadas en cada una de las pruebas de progenie. Tal como se puede observar en el Cuadro 7, se verifican diferencias significativas entre familias y también en la interacción.

Cuadro 6 Mínimos cuadrados por carácter por ensayo de progenie y su evaluación

Code	Access No.	Altura de arbol(m)						D.A.P.(cm)					
		No.27		No.28		No.29		No.27		No.28		No.29	
		M.C.	Eval.	M.C.	Eval.	M.C.	Eval.	M.C.	Eval.	M.C.	Eval.	M.C.	Eval.
BIC 3	351	9.07	3A	5.52	2A	7.75	3A	8.05	3B	5.75	3A	7.42	3B
BIC 9	352	8.72	2A	5.57	3B	8.07	4B	8.37	3A	5.53	3B	7.92	4B
BIC 12	353	9.39	4B	5.48	2A	7.12	2B	8.60	3A	5.62	3B	7.43	3B
BIC 22	354	8.83	2A					8.00	3B				
BIC 26	355	8.95	3B					8.73	4B				
BIC 27	356	7.15	1B					6.25	1B				
BS 1	357	9.55	4A	5.48	2A	7.65	3B	9.30	5B	5.33	2A	8.02	4A
BS 2	358	9.50	4B	5.77	3B	8.26	4A	9.36	5B	5.72	3A	8.55	5A
BS 3	359	9.19	3A	6.25	4A			8.85	4B	6.55	5B		
BS 4	360	9.79	5B	5.20	2B	7.26	2B	9.38	5B	5.02	2B	7.20	2A
BS 5	361	8.79	2A	5.88	3A	6.73	1B	8.19	3B	6.11	4B	7.07	2B
BS 6	362	8.76	2A	6.29	4A	7.60	3B	8.55	3A	6.08	4B	7.36	3B
BS 7	363	9.02	3B	5.56	2A	6.78	1B	8.87	4B	5.71	3A	6.78	1A
BS 8	364	9.45	4B	6.00	4B	7.41	2A	9.18	4A	5.52	3B	7.26	2A
BS 9	365	9.77	4A	6.12	4B			9.70	5A	6.25	4A		
BS 10	366	9.32	4B	5.70	3B	7.11	2B	8.90	4B	5.73	3A	6.79	1A
BS 11	367	8.63	2A	6.12	4B			7.97	2A	5.77	3A		
BS 12	368	9.40	4B	6.42	5B	7.46	2A	8.67	4B	6.39	5B	7.53	3B
BS 13	369	9.36	4B	6.08	4B	7.98	4B	9.44	5B	6.01	4B	8.34	5B
CB 1	370	9.06	3B	6.13	4B	7.73	3B	8.68	4B	6.16	4A	7.48	3B
CB 2	371	9.35	4B	6.14	4B	8.10	4B	8.56	3A	6.05	4B	7.99	4B
CB 3	372	9.28	3A	6.18	4B	7.53	3B	8.46	3A	5.92	4B	7.21	2A
CB 4	373	9.22	3A	5.94	3A	7.95	4B	8.21	3B	5.90	3A	7.05	2B
CB 5	374	8.91	3B	5.23	2B	7.85	3A	8.01	3B	5.18	2B	7.96	4B
CB 7	375	9.14	3A	6.14	4B	7.25	2B	8.08	3B	6.14	4B	6.70	1A
CB 8	376	9.40	4B	6.01	4B	8.45	5B	8.57	3A	5.97	4B	8.30	5B
CB 9	377	9.25	3A	5.82	3A	7.98	4B	8.08	3B	5.74	3A	7.71	3A
CB 10	378	9.77	5B	5.96	3A	7.55	3B	9.32	5B	6.30	4A	7.26	2A
CB 11	379	9.10	3A	5.24	2B	7.70	3B	8.39	3A	5.34	2A	7.69	3A
CB 12	380	9.25	3A	6.31	4A	7.92	3A	9.03	4A	6.20	4A	7.91	4B
CB 13	381	8.86	3B	5.24	2B	7.91	3A	7.69	2A	5.29	2A	7.77	3A
CB 14	382	8.37	1A	5.28	2B	6.62	1B	7.82	2A	5.21	2A	6.61	1B
CB 15	383	8.80	2A	6.08	4B	7.56	3B	7.79	2A	6.21	4A	7.23	2A
CB 16	384	8.60	2B	5.75	3B	7.21	2B	7.76	2A	5.71	3A	7.00	2B
CB 17	385	8.79	2A	5.25	2B	7.48	2A	7.99	3B	5.18	2B	7.49	3B
CB 18	386	8.63	2A	6.78	5A	7.08	1A	7.48	2B	6.67	5A	6.81	1A
CB 19	387	9.13	3A	5.67	3B	7.44	2A	8.78	4B	5.35	2A	7.46	3B
CB 20	388	9.57	4A	5.51	2A	7.99	4B	8.78	4B	5.33	2A	8.02	4A
CB 21	389	9.41	4B	5.06	1A	7.66	3B	9.09	4A	4.68	1B	8.03	4A
CB 22	390	9.25	3A	6.01	4B	8.25	4A	8.33	3A	5.81	3A	8.19	4A
CB 23	391	9.35	4B	6.59	5A	7.56	3B	8.68	4B	6.40	5B	7.38	3B
CB 24	392	8.03	1B	5.40	2A	7.17	2B	7.32	1A	4.89	1A	7.45	3B
DT 1	393	8.15	1A	4.67	1B			7.43	2B	4.31	1B		
DT 2	394	9.22	3A	5.27	2B			9.10	4A	4.97	2B		
DT 5	396	9.59	4A	6.27	4A			8.77	4B	6.25	4A		
DT 6	397	9.44	4B					9.21	4A				
DT 7	398	8.98	3B					8.26	3B				
EE 1	399	9.14	3A	5.06	1A	7.34	2A	8.65	4B	4.71	1B	6.80	1A
EE 3	400	9.76	4A	6.27	4A	7.90	3A	8.92	4B	6.10	4B	7.43	3B
EE 4	401	9.17	3A	6.13	4B			8.18	3B	5.99	4B		
EE 5	402	9.01	3B	5.72	3B			7.64	2B	5.64	3B		
EE 7	403	9.29	3A					8.31	3B				
EE 8	404	9.19	3A	5.70	3B	7.73	3A	8.42	3A	5.92	4B	7.52	3B
EE 1M	405	8.20	1A	5.12	1A	8.26	4A	7.17	1A	5.16	2B	8.18	4A

EE	2M	406	9.22	3A	6.44	5B			8.95	4B	6.25	4A		
EE	3M	407	8.72	2A	5.88	3A	7.42	2A	8.00	3B	5.84	3A	7.06	2B
EE	4M	408	8.83	2A	5.45	2A			7.54	2B	5.47	3B		
EE	5M	409	9.00	3B	5.93	3A			8.33	3A	5.88	3A		
EE	6M	410	8.78	2A	6.29	4A			8.05	3B	6.39	4A		
EE	7M	411	9.51	4B	5.67	3B			8.89	4B	5.57	3B		
EE	9M	412	8.93	3B	5.84	3A			8.03	3B	5.79	3A		
EE	10M	413	9.21	3A	5.71	3B	7.66	3B	8.76	4B	5.54	3B	7.61	3A
EO	2	414	9.25	3A	6.08	4B	7.76	3A	8.28	3B	6.00	4B	7.21	2A
EO	3	415	9.67	4A	5.93	3A	8.31	4A	8.95	4B	6.10	4B	8.03	4A
EO	4	416	9.34	4B	5.76	3B	7.99	4B	8.48	3A	5.74	3A	7.85	4B
EO	5	417	8.94	3B	4.81	1B	7.80	3A	8.23	3B	4.78	1A	7.69	3A
EO	6	418	9.44	4B	5.25	2B	7.94	3A	8.98	4A	5.14	2B	7.74	3A
EO	7	419	9.96	5B	6.03	4B	8.29	4A	9.02	4A	5.62	3B	7.98	4B
EO	8	420	9.53	4B	5.55	2A	8.37	5B	8.64	4B	5.38	2A	7.95	4B
EO	9	421	9.34	4B	6.45	5B	8.27	4A	8.61	3A	6.55	5B	7.97	4B
EO	10	422	9.88	5B	5.49	2A	7.89	3A	9.02	4A	5.28	2A	7.48	3B
EO	11/3	423	8.76	2A	5.40	2A	8.07	4B	7.63	2B	5.25	2A	7.86	4B
EO	11/4	424	9.29	3A	6.04	4B	8.16	4A	8.73	4B	6.36	4A	8.17	4A
EO	12	425	9.21	3A	6.13	4B	8.24	4A	8.85	4B	6.12	4B	8.41	5B
EO	13	426	9.71	4A	6.21	4A	8.04	4B	9.28	4A	6.37	4A	8.03	4A
EO	14	427	9.42	4B	5.46	2A	7.80	3A	8.40	3A	5.15	2B	7.55	3B
EO	15	428	9.77	4A	5.84	3A	7.66	3B	8.52	3A	5.44	3B	7.23	2A
EO	16	429	9.67	4A	6.06	4B	7.73	3B	8.76	4B	6.08	4B	7.72	3A
EO	17	430	9.53	4B	5.82	3A	8.13	4B	8.76	4B	5.55	3B	8.03	4A
EO	18	431	8.98	3B	5.68	3B	8.09	4B	8.07	3B	5.30	2A	7.58	3A
EO	19	432	10.16	5A	6.29	4A	8.48	5B	9.37	5B	6.42	5B	8.36	5B
EO	20	433	9.20	3A	5.85	3A	7.99	4B	8.22	3B	5.54	3B	7.88	4B
JL	1	434	8.88	3B	5.42	2A	7.70	3B	7.96	2A	5.35	2A	7.40	3B
JL	2	435	9.08	3A	6.30	4A	8.36	4A	8.13	3B	6.15	4B	8.13	4A
JL	3	436	9.19	3A	5.34	2B			8.02	3B	5.28	2A		
JL	4	437	9.22	3A	5.74	3B	8.16	4A	8.07	3B	5.79	3A	7.88	4B
JL	5	438	8.50	2B	6.06	4B			7.07	1A	6.21	4A		
JL	6	439	8.40	2B	5.58	3B	7.47	2A	7.54	2B	5.50	3B	7.19	2A
JL	7	440	9.02	3B	5.23	2B	7.17	2B	7.87	2A	4.97	2B	7.08	2B
JL	8	441	8.94	3B	6.13	4B	7.94	3A	8.24	3B	6.17	4A	7.55	3A
JL	9	442	9.10	3A	5.48	2A			7.82	2A	5.53	3B		
JL	11	443	8.34	1A	6.11	4B	7.02	1A	7.47	2B	6.15	4A	6.89	2B
JL	12	444	8.61	2A	5.23	2B	7.40	2A	7.72	2A	4.91	1A	7.11	2A
JL	13	445	8.74	2A	6.07	4B	8.02	4B	7.19	1A	6.01	4B	7.62	3A
JL	15	446	7.92	1B	5.78	3A	7.96	4B	6.49	1B	5.40	2A	7.26	2A
JL	16	447	9.41	4B	5.89	3A	8.38	5B	8.59	3A	5.80	3A	7.92	4B
JL	17	448	9.08	3A	5.46	2A	7.92	3A	8.36	3A	5.34	2A	7.86	4B
JL	18	449	8.89	3B	5.97	3A	7.24	2B	7.85	2A	5.69	3A	6.78	1A
JL	19	450	8.60	2B	5.46	2A	7.85	3A	7.58	2B	5.19	2B	7.26	2A
JL	20	451	8.84	3B	5.71	3B	7.52	3B	8.15	3B	5.52	3B	7.15	2A
JL	21	452	8.80	2A	5.95	3A	7.13	2B	7.61	2B	5.59	3B	6.79	1A
JL	22	453	9.25	3A	5.79	3A	8.23	4A	8.09	3B	5.62	3B	7.92	4B
JL	23	454	8.53	2B	6.13	4B			7.59	2B	5.61	3B		
JL	24	455	8.44	2B	5.35	2B			7.57	2B	5.04	2B		
JL	25	456	8.34	1A	5.77	3A	7.25	2B	7.76	2A	5.77	3A	7.04	2B
JL	26	457	8.53	2B	5.10	1A	7.25	2B	7.41	2B	5.22	2A	7.50	3B
JL	27	458	9.55	4A	5.13	1A	7.71	3B	9.64	5A	4.89	1A	8.10	4A
JL	28	459	9.08	3A	6.18	4A			8.17	3B	6.08	4B		
JL	29	460	8.63	2A	5.52	2A	7.85	3A	7.79	2A	5.48	3B	7.50	3B
JL	30	461	9.10	3A	5.38	2A	8.00	4B	8.06	3B	5.25	2A	7.38	3B
JL	SN	462	8.53	2B	5.63	3B	7.28	2B	7.61	2B	5.70	3A	6.84	1A

Nota: El cálculo del ensayo No.29, se realizó en base a los datos luego de la división del bloque.

Cuadro 7. Cuadro de análisis de varianza con datos de 85 familias comunes a los ensayos No. 27, 28 y 29

(1) Altura de árbol

Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F
Sitios de ensayo	2	4722,702	2361,351	
Bloque	37	2088,535	56,447	
/sitios de ensayo				
Familia	84	222,750	2,652	2.079**
Interacción	168	214,266	1,275	1.239 *
Error	2197	2260,772	1,029	

(2) D.A.P.

Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F
Sitios de ensayo	2	3197,254	1598,627	
Bloque	37	2230,353	60,280	
/sitios de ensayo				
Familia	84	316,295	3,765	1.849**
Interacción	168	342,107	2,036	1.311**
Error	2197	3413,524	1,554	

Como la interacción entre familia y sitio fue significativa se procedió a la detección de las familias con mayor interacción. Luego de detectadas, estas familias se eliminaron del análisis conjunto para realizar con las restantes un ranking de familias.

Para determinar las familias con mayor interacción se utilizó la diferencia  $D_{ij}$  definida como la diferencia entre el valor observado y el esperado.

Se calcularon los  $(D_{ij})^2$  de altura del árbol y D.A.P., de cada familia para cada prueba de progenie. Las 10 familias con mayor promedio  $((D_{ij})^2/3)$  de las 3 pruebas de progenie, se presentan en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Familias que presentan los mayores valores de Dij y de  $\Sigma (Dij)^2/3$  para los parámetros altura y DAP

Altura					DAP				
Accesión	Dij			$\Sigma(Dij)^2/3$	Accesión	Dij			$\Sigma(Dij)^2/3$
	27	28	29			27	28	29	
*386	-0.45	1.07	-0.62	0.577	*386	-0.67	1.21	-0.54	0.732
*446	-0.88	0.34	0.54	0.397	*458	0.94	-1.13	0.19	0.729
*405	-0.57	-0.29	0.87	0.388	*389	0.66	-1.06	0.4	0.577
*360	0.79	-0.44	-0.36	0.316	*405	-0.83	-0.15	0.98	0.56
*443	-0.39	0.73	-0.34	0.269	*446	-1.06	0.54	0.51	0.558
361	0.08	0.53	-0.61	0.22	*360	1.02	-0.65	-0.37	0.535
*458	0.51	-0.56	0.05	0.19	445	-0.92	0.6	0.32	0.432
417	0.18	-0.59	0.42	0.184	*443	-0.53	0.84	-0.31	0.362
422	0.55	-0.48	-0.07	0.179	399	0.77	-0.49	-0.29	0.304
391	-0.06	0.53	-0.47	0.171	375	-0.06	0.69	-0.64	0.297

Si se eliminan los datos de las familias con los valores más altos de Dij para los parámetros altura y D.A.P. (\*), y se vuelve a realizar un análisis de varianza con los datos de 78 familias, se puede comprobar que la interacción deja de ser significativa (Cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis de varianza con los datos de 78 familias

(1) Altura del árbol

Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F
Sitios de ensayo	2	4371,956	2185,978	
Bloque	37	1903,562	51,448	
/ sitios de ensayo				
Familia	77	210,795	2,738	2.897 **
Interacción	154	145,596	0,945	0.945 ns
Error	2015	2015,895	1,000	

(2)D.A.P.

Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F
Sitios de ensayo	2	2935,420	1467,710	
Bloque	37	2035,051	55,001	
/sitios de ensayo				
Familia	77	283,538	3,682	2.553 **
Interacción	154	222,084	1,442	0.942 ns
Error	2015	3083,660	1,530	

### 2.2.2 Evaluación de familias de árboles plus según los índices de selección

Para realizar una evaluación general de las familias se utilizan índices de selección, asignando un determinado peso a cada variable, que refleje la importancia económica y genética de cada uno de los caracteres.

Se tomaron como datos de análisis, los mínimos cuadrados para las variables altura y dap de todas las familias de las 3 pruebas de progenie. Se seleccionaron las 85 familias comunes a los 3 ensayos, se asignó el mismo peso a las dos variables, altura y D.A.P. y se calcularon los índices de selección y las estimaciones de mínimos cuadrados. Se pueden observar estos resultados en el Cuadro 10.

## 5. Conclusión

De las 85 familias de *E. grandis*, comunes a los 3 ensayos, se estima que sólo un 10% de las familias (de 85 familias aprox. 7 familias), tiene una gran interacción. En lugar de instalar un huerto semillero en cada una de las zonas, se considera que es más práctico la instalación de un solo huerto semillero. Se cree que de esta manera, no surgirán grandes problemas.

En este Proyecto, se instalaron ensayos de progenie, en 3 zonas del Uruguay, para evaluar las familias de árboles plus. Sin embargo, para poder cubrir toda la superficie del Uruguay, que es equivalente a la mitad de la superficie de Japón, se considera insuficiente este número de ensayos. Para poder llevar a cabo una evaluación con mayor grado de confiabilidad, sería necesario instalar un mínimo de 3 ensayos en cada una de las zonas (aprox. un total de 9 ensayos).

Los datos utilizados en los análisis, corresponden al 3er año de plantación, sin embargo si se utilizaran datos del décimo año aproximadamente, es decir datos cercanos al período de fin de ciclo productivo, se podría realizar una evaluación con mayor grado de confiabilidad.

Cuadro 10 Índices de selección y estimaciones de mínimos cuadrados asignando el mismo peso a la altura de árboles y D.A.P.

Orden	Codigo	Access No.	Indice de seleccion	Mínimos cuadrados			
				Altura	D.A.P.		
1	EO	19	432	26.15	8.31	8.05	
2	EO	13	426	25.56	7.99	7.89	
3	EO	9	421	25.45	8.02	7.71	
4	EO	7	419	25.44	8.09	7.54	
5	EO	12	425	25.16	7.86	7.79	
6	EO	3	415	25.15	7.97	7.69	
7	BS	2	358	25.14	7.84	7.88	
8	CB	2	371	25.09	7.86	7.54	
9	EO	11/4	424	25.08	7.83	7.75	
10	CB	8	376	24.96	7.95	7.61	
11	EE	3	400	24.96	7.98	7.49	
12	BS	13	369	24.95	7.81	7.93	
13	EO	17	430	24.89	7.83	7.45	
14	CB	22	390	24.85	7.84	7.45	
15	BS	12	368	24.83	7.76	7.53	
16	CB	12	380	24.82	7.83	7.71	
17	EO	16	429	24.81	7.82	7.52	
18	CB	10	378	24.80	7.76	7.63	
19	JL	2	435	24.78	7.91	7.47	
20	JL	16	447	24.76	7.89	7.44	
21	CB	23	391	24.63	7.83	7.49	
22	EO	8	420	24.57	7.82	7.32	
23	JL	22	453	24.56	7.76	7.21	
24	CB	20	388	24.41	7.69	7.38	
25	EO	10	422	24.35	7.75	7.26	
26	EO	4	416	24.34	7.70	7.36	
27	EO	15	428	24.26	7.76	7.07	
28	BS	1	357	24.26	7.56	7.55	
29	EO	2	414	24.25	7.70	7.17	
30	JL	8	441	24.23	7.67	7.32	
31	CB	1	370	24.22	7.64	7.44	
32	CB	4	373	24.22	7.70	7.05	
33	EO	20	433	24.20	7.68	7.21	
34	CB	3	372	24.17	7.66	7.20	
35	EE	10M	413	24.09	7.53	7.30	
36	BS	6	362	24.07	7.55	7.33	
37	CB	9	377	24.07	7.68	7.18	
38	EE	8	404	24.05	7.54	7.29	
39	JL	4	437	24.03	7.71	7.25	
40	EO	6	418	24.02	7.54	7.29	
41	BIC	9	352	23.93	7.46	7.27	
42	JL	27	458	23.93	7.47	7.54	*
43	JL	13	445	23.92	7.61	6.94	
44	EO	14	427	23.91	7.56	7.03	
45	BS	8	364	23.88	7.62	7.32	
46	CB	15	383	23.82	7.48	7.08	
47	EO	18	431	23.81	7.58	6.99	
48	JL	17	448	23.68	7.49	7.19	
49	CB	21	389	23.67	7.38	7.27	*
50	CB	19	387	23.56	7.41	7.20	

	Codigo	Access No.	Indice de seleccion	Mínimos cuadrados			
				Altura	D.A.P.		
51	BS	4	360	23.54	7.42	7.20	*
52	JL	30	461	23.52	7.49	6.90	
53	CB	7	375	23.50	7.51	6.98	
54	CB	18	386	23.46	7.50	6.99	*
55	BS	10	366	23.45	7.37	7.14	
56	BIC	3	351	23.43	7.45	7.07	
57	JL	1	434	23.43	7.33	6.91	
58	EE	3M	407	23.42	7.34	6.96	
59	EO	11/3	423	23.38	7.41	6.92	
60	JL	20	451	23.37	7.36	6.94	
61	CB	5	374	23.33	7.33	7.05	
62	CB	13	381	23.21	7.34	6.92	
63	CB	11	379	23.19	7.35	7.14	
64	JL	18	449	23.18	7.37	6.77	
65	JL	29	460	23.14	7.33	6.92	
66	JL	21	452	22.98	7.29	6.66	
67	JL	19	450	22.97	7.30	6.68	
68	CB	17	385	22.91	7.17	6.89	
69	EE	1M	405	22.89	7.20	6.84	*
70	BIC	12	353	22.83	7.33	7.21	
71	EO	5	417	22.80	7.18	6.90	
72	CB	16	384	22.80	7.19	6.82	
73	JL	SN	462	22.78	7.15	6.72	
74	BS	5	361	22.75	7.13	7.13	
75	EE	1	399	22.75	7.18	6.72	
76	JL	11	443	22.73	7.16	6.84	*
77	BS	7	363	22.63	7.12	7.12	
78	JL	6	439	22.59	7.15	6.75	
79	JL	7	440	22.52	7.14	6.64	
80	JL	25	456	22.48	7.12	6.86	
81	JL	12	444	22.46	7.08	6.58	
82	JL	15	446	22.37	7.22	6.38	*
83	JL	26	457	22.26	6.96	6.71	
84	CB	24	392	21.89	6.87	6.55	
85	CB	14	382	21.59	6.76	6.55	

Notas: 1) el asterisco (\*) indica cuales son las familias con mayor interacción  
2) cuanto mayores son los índices de selección, mejores son