

## RESULTADOS DE ENSAYOS DE ESPECIES Y FUENTES DE SEMILLA DE *Pinus*

Fernando Resquin<sup>1</sup>

### INTRODUCCION

Hasta el momento *P.taeda* y *P.elliottii* ocupan casi la totalidad de la superficie plantada bajo proyecto con este genero con una superficie aproximada de 158.000 has. Del total del área plantada estas especies representan el 70% y 27%, respectivamente (MGAP, 2003).

Las plantaciones comerciales de estas especies se han concentrado en los departamentos de Rivera, Tacuarembó y Paysandú (Zonas 7 y 9) y en general han mostrado una buena adaptación a las diferentes condiciones agroclimáticas del país. A su vez, se ha determinado que las mismas tienen un comportamiento diferente en cada una de las zonas mencionadas lo cual estaría indicando que estas especies poseen un potencial productivo variable dependiendo del sitio que se este considerando.

Por otro lado, además del sitio, es sabido que existen otros factores que afectan las tasas de crecimiento tales como la fuente de semilla y el manejo silvicultural, entre otros. En cuanto a las fuentes de semilla, diversos autores citan la gran variación existente entre las mismas teniendo en cuenta la amplitud del área de distribución natural además de la existencia de regiones productoras de semilla mejorada genéticamente.

A los efectos de determinar la combinación óptima: especie-fuente de semilla-zona del país, a partir del año 1992 el Programa Forestal del INIA comenzó con la instalación de ensayos de evaluación de especies y procedencias en varias de las zonas de prioridad forestal. A continuación se presentan resultados de varios ensayos de especies y procedencias a diferentes edades de evaluación.

### EVALUACIÓN DE PROCEDENCIAS DE *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* AL ONCEAVO AÑO (Ensayo 11)

### MATERIALES Y MÉTODOS

En el invierno del año 1992 fue instalado un ensayo de evaluación de procedencias de *P.taeda* y *P.elliottii* en un predio del Sr. Diano ubicado en Villa Serrana (zona 2, Lavalleja) próximo a ruta 8. El diseño experimental usado fue parcelas divididas en bloques completos al azar con cuatro repeticiones en donde la especie constituye la parcela principal y la procedencia las subparcelas. Estas subparcelas están formadas por 4 filas de 10 plantas con una distancia de plantación de 3 m entre filas y 3 m entre surcos. La descripción de materiales genéticos en valuación se presenta en el cuadro 1.

---

<sup>1</sup> Ing. Agr. (Msc.) Programa Nacional Forestal – INIA Tacuarembó

Cuadro 1. Lista de materiales de *P.taeda* y *P.elliottii* evaluados

Código	Especie	Procedencia
1	<i>P.elliottii</i>	Saffi. (Sud Africa)
2	<i>P.elliottii</i>	Boise (Cascada Seed Orchard)
3	<i>P.elliottii</i>	Florida (Departement of Agr.)
4	<i>P.elliottii</i>	Florida (Dirección Forestal)
5	<i>P.elliottii</i>	Rigesa (Santa Catarina)
6	<i>P.elliottii</i>	Klabin (Parana)
1	<i>P.taeda</i>	Mondi (Sud Africa)
2	<i>P.taeda</i>	Singer (Lousiana)
3	<i>P.taeda</i>	Florida (Dirección Forestal)
4	<i>P.taeda</i>	Rigesa (Santa Catarina)
5	<i>P.taeda</i>	Klabin (Parana)

Durante los meses de invierno de los años 1995, 1997, 1999, 2001 y 2003 se realizaron mediciones de altura total y DAP en todos los árboles. Con estos datos se calcularon el porcentaje de sobrevivencia, el volumen por árbol y por hectárea con corteza usando un factor de forma de 0.5. Con los resultados de la medición al año 2003 se realizó un análisis de varianza mediante el SAS para todas las variables mencionadas. Los contrastes de medias fueron realizados a través del test de Duncan al 5% de significación. Por otro lado fueron estimados los coeficientes de correlación para las variables citadas a distintas edades versus la medición al último año (2003).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Comportamiento de las especies

En el cuadro 2 se presentan los valores medios de DAP, altura total, volumen por árbol y por hectárea y el incremento medio anual de las dos especies evaluadas. Mediante el análisis de varianza se observa que existen diferencias significativas entre especies para las variables altura total, sobrevivencia y volumen por ha. *P.taeda* es la especie más productiva por unidad de superficie explicado básicamente por presentar una sobrevivencia más alta que *P.elliottii* ya que los valores de crecimiento individuales son muy similares para ambas especies. Esta diferencia en la sobrevivencia determina una superioridad en crecimiento (medido como vol/ha) de *P.taeda* con respecto a *E.elliottii* de algo más de 60%.

Cuadro 2. Valores promedios de sobrevivencia y crecimiento para cada especie

Especie	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivencia (cm)	Vol/árbol (m3)	Volumen/ha (m3/ha)	IMA (m3/ha/año)
<i>P.taeda</i>	11.7 a	25.7 a	78 a	0.31 a	269.6 a	24.5
<i>P.elliottii</i>	10.7 b	25.7 a	53 b	0.29 a	165.9 b	15.1

Si analizamos la evolución del volumen acumulado desde el 3<sup>er</sup> hasta el 11<sup>avo</sup> año se observa que las dos especies han incrementado su volumen a tasas crecientes con un aumento progresivo de las diferencias en crecimiento entre las mismas (Figura 1). Estas diferencias también son explicadas principalmente por una mayor sobrevivencia de *P.taeda* con respecto a *P.elliottii*, detectada desde las primeras etapas del cultivo (Figura 2).

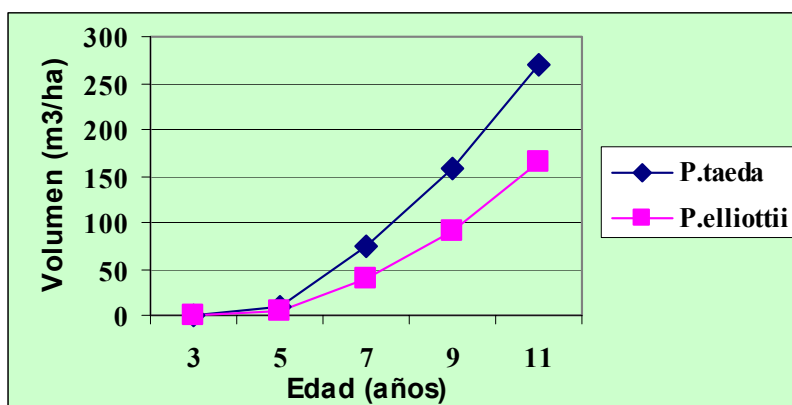


Figura 1. Evolución del crecimiento acumulado de ambas especies

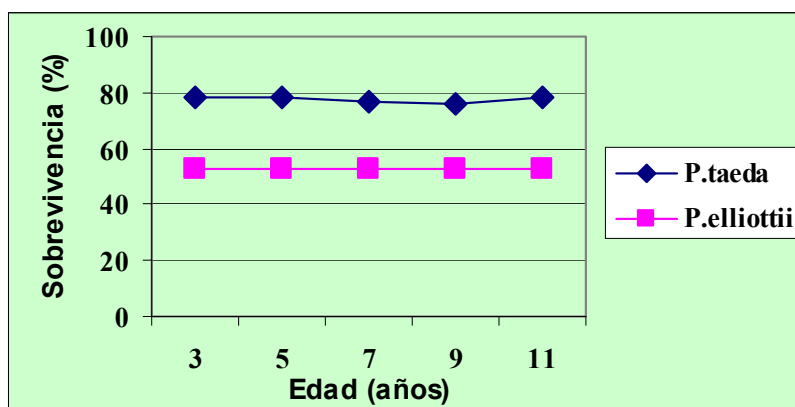


Figura 2. Evolución de la sobrevivencia de ambas especies

### Comportamiento de las procedencias de cada especie

#### P.taeda

En este caso el análisis de varianza detectó diferencias significativas entre procedencias solo para la variable DAP. (Cuadro 3) Las procedencias de mayor diámetro a la altura del pecho son las 1, 5 y 2 provenientes de Mondi (Sud Africa), Parana (Brasil) y Lousiana (USA) respectivamente. No obstante estas diferencias, los valores de volumen por ha son muy similares para todos los materiales evaluados.

De la evolución del crecimiento acumulado de todas las procedencias se observa que hasta el momento de la evaluación todos los materiales han crecido a tasas cada vez mayores fundamentalmente a partir del 3er año de instalado el ensayo (Figura 3). A pesar de la similitud de los valores de vol/ha la procedencia 1proveniente de Sudáfrica, presenta una ligera superioridad con respecto al resto de los materiales en el ultimo período de evaluación (años 9 a 11).

Cuadro 3. Valores medios de sobrevivencia y crecimiento para las procedencias evaluadas al año 11.

Procedencia	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivencia (%)	Vol/arbol (m3)	Volumen/ha (m3/ha)	IMA (m3/ha/año)
1	11.8 a	26.9 a	76 a	0.35 a	292.6 a	26.6
3	11.9 a	24.8 c	84 a	0.30 a	275.9 a	25.1
5	11.7 a	25.7 ab	76 a	0.31 a	264.1 a	24.0
4	11.7 a	25.6 bc	76 a	0.31 a	259.0 a	23.6
2	11.6 a	25.4 ab	77 a	0.30 a	256.5 a	23.3

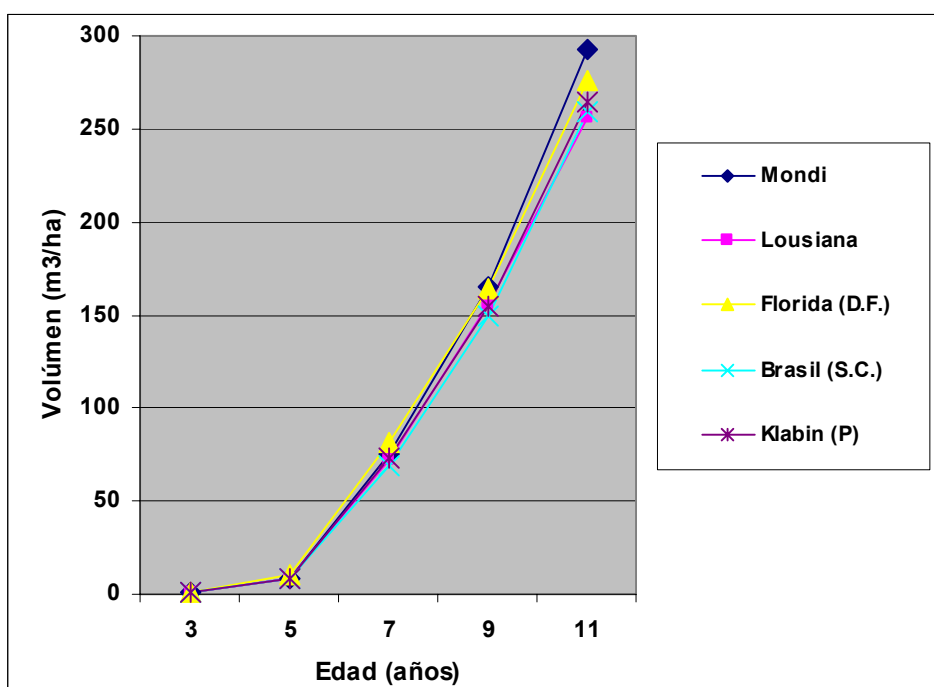


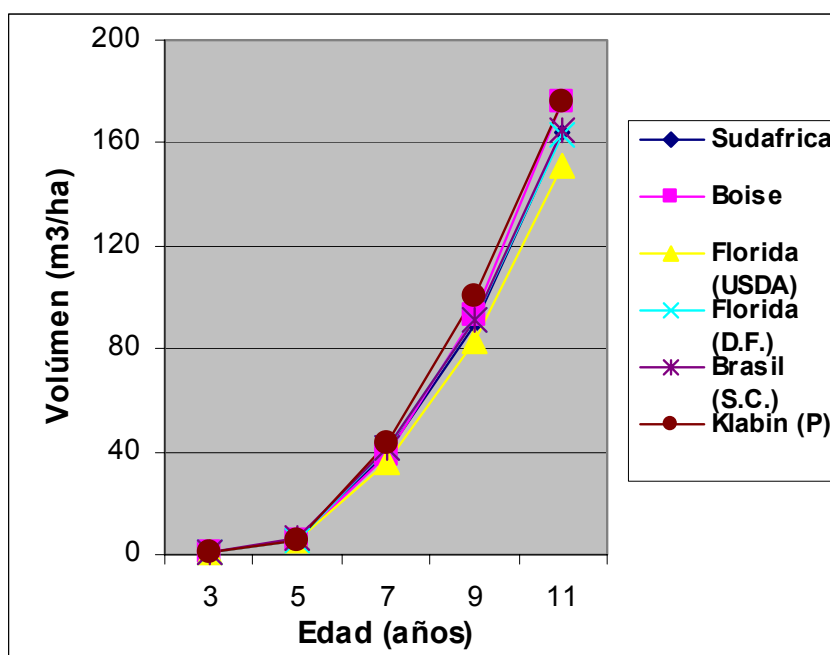
Figura 3. Evolución del crecimiento acumulado de las procedencias de *P. taeda*

### *P.elliottii*

En este caso el análisis de varianza no detecta diferencias significativas para ninguna de las variables analizadas (Cuadro 4). De los resultados presentados surge que todos los materiales evaluados tienen un comportamiento muy similar en todos los parámetros analizados. Esta baja variación observada en la última evaluación también puede observarse en todas las mediciones anteriores (Figura 4). Al igual que para el caso de las procedencias de *P. taeda* los incrementos de volumen por ha a partir del 3er año de evaluación se producen a tasas crecientes. Por otro lado, se observa que a partir del 7mo año de instalado el ensayo comienza a ocurrir una dispersión de los valores de volumen por ha para los materiales evaluados.

**Cuadro 4.** Valores medios de sobrevivencia y crecimiento para las procedencias evaluadas al año 11

Procedencia	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivencia (%)	Vol/arbol (m3)	Volumen/ha (m3/ha)	IMA (m3/ha/año)
6	10.6 a	24.4 a	61.9 a	0.26 a	176.2 a	16.02
2	10.9 a	26.0 a	51.9 a	0.30 a	175.7 a	15.97
5	10.9 a	24.8 a	55.0 a	0.27 a	164.6 a	14.96
1	11.1 a	26.9 a	46.3 a	0.32 a	164.1 a	14.92
4	10.4 a	25.6 a	53.1 a	0.28 a	163.5 a	14.86
3	10.3 a	26.2 a	48.8 a	0.28 a	151.3 a	13.75



**Figura 4.** Evolución del crecimiento acumulado de las procedencias evaluadas al año 11.

#### Relación entre mediciones a diferentes edades

En el cuadro 5 se presentan los coeficientes de correlación calculados entre los valores de volumen por há al último año de evaluación (2003) y los valores a distintas edades a partir del 3<sup>er</sup> año de instalado el ensayo. En función de los valores obtenidos surge que solo a partir del 7<sup>mo</sup> año de evaluación puede predecirse con relativa precisión el comportamiento productivo a futuro de ambas especies. Esto es el resultado de un cambio relativo en el ranking de las procedencias a lo largo de los años. A partir del año 7, en principio podría decirse que ocurre una cierta "estabilización" del posicionamiento relativo de las procedencias, momento a partir del cual existirían buenas posibilidades de seleccionar los materiales genéticos de mayor productividad.

**Cuadro 4.** Correlaciones entre valores de vol/ha medidas a diferentes edades con el valor al 11<sup>er</sup> año.

Especie	Edades			
	3 <sup>er</sup> año	5 <sup>to</sup> año	7 <sup>mo</sup> año	9 <sup>no</sup> año
P.taeda	0.1	0.1	0.6	0.7
P.elliottii	0.5	0.5	0.6	0.9

## EVALUACION DE PROCEDENCIAS DE *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* AL SÉPTIMO AÑO

### ENSAYO 33

#### MATERIALES Y MÉTODOS

En agosto del año 1994 fue instalado un ensayo de procedencias de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* en un predio de la empresa COFUSA próximo al Km. 495 de la Ruta 5 (suelo 7,2; Rivera). Previo a la plantación se realizó un laboreo total con excéntrica. El diseño experimental usado fue parcelas divididas en bloques completos al azar con cuatro repeticiones en donde la especie constituye la parcela principal y la procedencia las subparcelas. Estas subparcelas están formadas por 2 filas de 10 plantas con una distancia de plantación de 3 m entre filas y 2.5 m entre plantas. La descripción de materiales genéticos en evaluación se presenta en el cuadro 5.

Cuadro 5. Lista de materiales de *P.taeda* y *P.elliottii* evaluados

Código	Especie	Procedencia
1	<i>P.taeda</i>	Mondi, (Sud Africa)
2	<i>P.taeda</i>	Huerto Semillero en Texas, (USA)
3	<i>P.taeda</i>	Lousiana, (USA)
4	<i>P.taeda</i>	Texas, (USA)
5	<i>P.taeda</i>	Oeste de Los Angeles, (USA)
6	<i>P.taeda</i>	Este de Texas, (USA)
7	<i>P.taeda</i>	Alabama, (USA)
1A	<i>P.elliottii</i>	Alabama, (USA)
2A	<i>P.elliottii</i>	Lousiana, (USA)
3A	<i>P.elliottii</i>	Huerto Semillero en Florida, (USA)
4A	<i>P.elliottii</i>	Sappi, (Sud Africa)
5A	<i>P.elliottii</i>	Oeste de Los Angeles, (USA)

Al primer año de instalado el ensayo (año 1995) fue medida la altura de todos los arboles. Durante los meses de invierno de los años 1997, 1998, 1999, 2000 y 2001 se realizaron mediciones de altura total y DAP en todos los árboles. En el año 2000 fue realizado un raleo en cada subparcela, eliminando los árboles más finos y defectuosos, para reducir la población a un número aproximado de 650 árboles por ha.

Con estos datos se estimaron el porcentaje de sobrevivencia, el volumen por árbol y por hectárea con corteza usando un factor de forma de 0.5. Con los resultados de la medición al año 2001 se realizó el análisis de varianza mediante el SAS para las variables citadas. Los contrastes de medias fueron realizado a través del test de Duncan al 5% de significación. Con los datos de las mediciones de varios años fueron calculados los coeficientes de correlación para las variables citadas a distintas edades versus la medición al último año de evaluación (2001).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

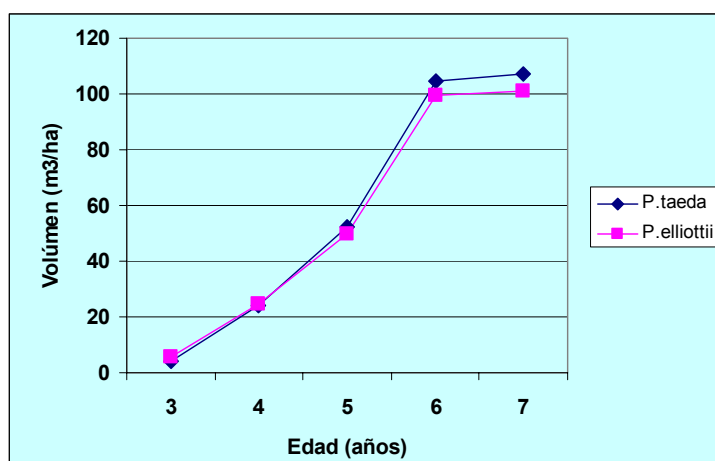
### Comportamiento de las especies

En el cuadro 6 son presentados los resultados promedio de altura total, DAP, volumen por árbol y volumen por ha de las especies evaluadas. Del análisis de varianza surge que no existen diferencias significativas para ninguno de los parámetros medidos. Los bajos valores de sobrevivencia se deben al raleo realizado entre el 6<sup>to</sup> y 7<sup>mo</sup> año de instalado el ensayo.

**Cuadro 6.** Valores promedios de sobrevivencia y crecimiento al 7mo año para cada especie

Especie	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivencia (cm)	Vol/arbol (m <sup>3</sup> )	Volumen/ha (m <sup>3</sup> /ha)	IMA (m <sup>3</sup> /ha/año)
<b>P.taeda</b>	10.6 a	19.3 a	49.3 a	0.1628 a	106.9 a	15.3
<b>P.elliottii</b>	10.4 a	19.0 a	50.0 a	0.1517 a	101.1 a	14.4

En cuanto al comportamiento de ambas especies se observa que hasta el 3<sup>er</sup> año de instalado el ensayo P.elliottii tenía una pequeña superioridad con respecto a P.taeda mientras que a partir del 5<sup>to</sup> año esta última especie alcanza el mayor crecimiento situación que se mantiene hasta la última evaluación (Methol y Resquin, 2001). De todas maneras, los resultados obtenidos indican una paridad bastante grande a lo largo de los años para las dos especies. En este caso, los valores de crecimientos medidos al 6<sup>to</sup> año son algo superiores al los citados por Sorrentino, (1992), la cual reporta datos de IMA de 12,4 y 13.1 m<sup>3</sup>/ha/año de P.elliottii y P.taeda para este tipo de suelos, respectivamente.



**Figura 3.** Evolución del crecimiento acumulado de ambas especies

### Comportamiento de las procedencias de cada especie

#### P.taeda

Del análisis de varianza surge que existen diferencias entre procedencias para todas las variables analizadas (Cuadro 7). Las procedencias de mayor productividad por ha son la 4, 3, y 1 provenientes de Texas (USA), Lousiana (USA) y Mondi (Sud Africa), respectivamente. La superioridad de estos materiales esta determinada por el crecimiento individual ya que la sobrevivencia es prácticamente la misma para todos los casos. Los valores de IMA obtenidos por estas procedencias (luego del raleo) están próximos a 18 m<sup>3</sup>/ha/año. Se debe tener en cuenta que de haberse mantenido la población original (sin raleo) y asumiendo tasas crecientes de incrementos de volumen estos valores podrían haber alcanzado niveles superiores. En este sentido se observa que hasta el 6<sup>to</sup> año de evaluación todos los materiales han registrado incrementos de volumen a tazas cada vez mayores. La procedencia 7 proveniente de Alabama (USA) es la que ha mostrado el peor comportamiento a lo largo de todas las evaluaciones debido a su bajo crecimiento individual.

Cuadro 7. Parámetros de crecimiento y sobrevivencia al 7mo año para las procedencias de *P.taeda* evaluadas

Procedencia	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivencia (%)	Vol/árbol (m <sup>3</sup> )	Volumen/ha (m <sup>3</sup> /ha)	IMA (m <sup>3</sup> /ha/año)
4	11.2 a	21.1 a	48	0.20 a	125.3 a	17.9
3	11.1 a	20.2 ab	50	0.19 ab	123.8 ab	17.7
1	10.9 ab	20.6 ab	49	0.19 ab	122.8 ab	17.5
5	10.5 b	19.2 ab	50	0.16 ab	103.8 ab	14.8
2	10.7 ab	18.7 b	50	0.15 ab	100.6 b	14.4
6	10.5 b	19.1 ab	49	0.15 b	100.6 b	14.4
7	9.7 c	16.5 c	50	0.11 c	71.7 c	10.2

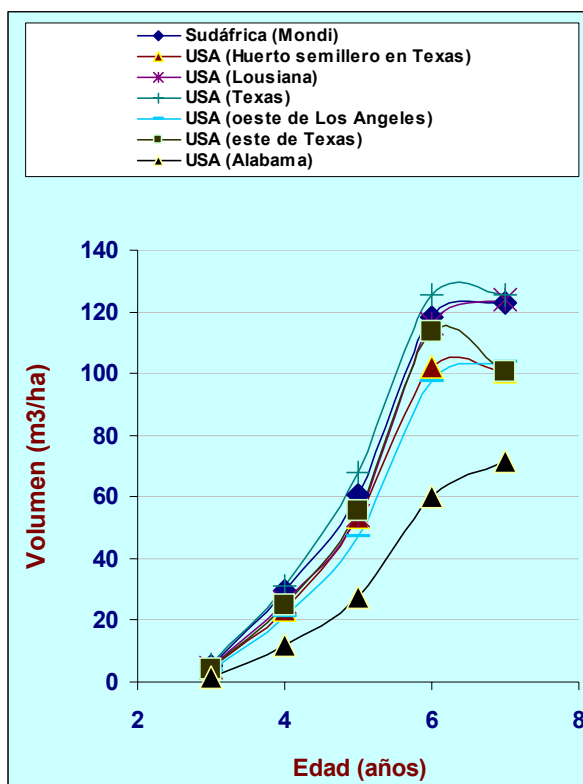


Figura 4. Crecimiento acumulado de las procedencias de *P.taeda*

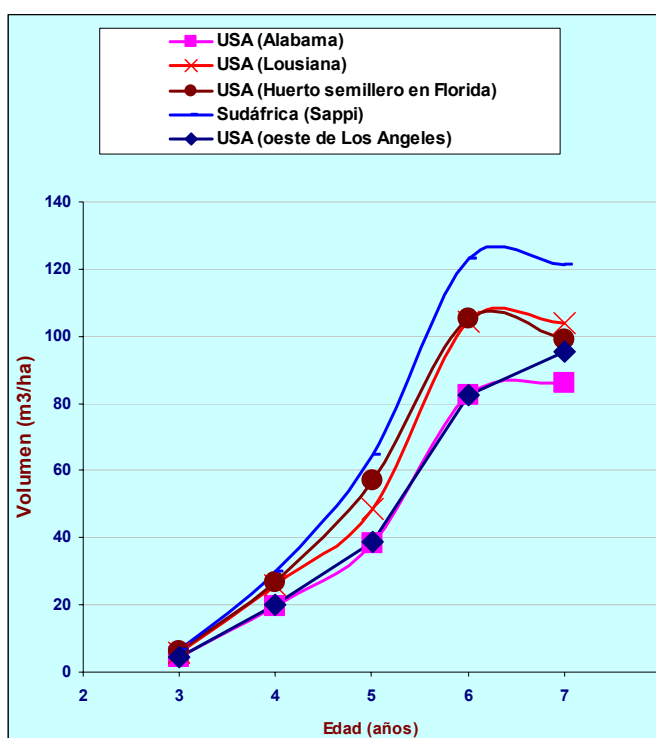
### *P.elliottii*

Del análisis de varianza se desprende que existen diferencias significativas entre procedencias para las variables DAP, volumen por árbol y por hectárea (Cuadro 8). La procedencia más productiva a lo largo de todas las evaluaciones es la 4A proveniente de Sappi (Sud Africa) con un IMA de 17.3 m<sup>3</sup>/ha/año (Figura 5). AL igual que con las procedencias de *P.taeda* estos valores de crecimiento podrían haber sido superiores si se hubiera mantenido la población original. De todas maneras esta "perdida momentánea" de volumen va a ser compensada en el futuro con la obtención de árboles de mayor diámetro.



**Cuadro 8.** Parámetros de crecimiento y sobrevivencia al 7mo año para las procedencias de *P.elliottii* evaluadas

Procedencia	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivencia (%)	Vol/árbol (m <sup>3</sup> )	Volumen/ha (m <sup>3</sup> /ha)	IMA (m <sup>3</sup> /ha/año)
4 <sup>a</sup>	10.6 a	20.5 a	51	0.18 a	121.3 a	17.3
2 <sup>a</sup>	10.5 a	19.2 ab	50	0.16 ab	103.7 ab	14.8
3 <sup>a</sup>	10.3 a	19.0 ab	50	0.15 ab	99.1 b	14.2
5 <sup>a</sup>	10.4 a	18.7 b	49	0.15 b	95.4 b	13.6
1 <sup>a</sup>	10.1 a	17.7 b	50	0.13 b	86.2 b	12.3



**Figura 5.** Crecimiento acumulado de las procedencias de *P.elliottii*

#### Relación entre mediciones a diferentes edades

A través de los coeficientes de correlación calculados entre mediciones a diferentes edades de evaluación surge que todos los valores son altos con relación al volumen por ha al 7<sup>mo</sup> año (Cuadro 9). Esto implica que pueden identificarse los materiales más productivos a partir de las primeras etapas del cultivo con altas probabilidades de éxito. Una tendencia muy similar también fue observada con la evaluación al 5<sup>to</sup> año de instalado el ensayo (Methol y Resquin, 2001). Los valores obtenidos indican que para el caso de *P.elliottii* el ranking de procedencias (por volumen por há) se mantiene prácticamente incambiado a lo largo de todo el periodo de evaluación. Para *P.taeda* se observa un pequeño cambio en el ranking de procedencias entre el 4<sup>to</sup> y 6<sup>to</sup> año de evaluación.

Cuadro 9. Correlaciones entre valores de vol/ha medidas a diferentes edades con el valor al 7<sup>er</sup> año.

Especie	3 <sup>er</sup> año	4 <sup>to</sup> año	5 <sup>mo</sup> año	6 <sup>no</sup> año
P.taeda	0.82	0.86	0.75	0.86
P.elliottii	0.9	0.9	0.9	0.9

## ENSAYOS 75 Y 76

### MATERIALES Y MÉTODOS

En el mes de junio de 1997 fueron instalados dos ensayos de evaluación de procedencias de *Pinus elliottii* y *Pinus taeda* cuyas principales características se describen en el cuadro 10.

Cuadro 10. Características generales de los dos ensayos instalados

	E 75	E 76
Lugar	Manuel Díaz (Rivera)	Médanos (Rivera)
Suelo	7.32	7.32
Laboreo	Surcador	Surcador
Fecha de plantación	Jun.1997	Jun. 1997
Distancia de plantación	4 x 2.5m	3.4 x 2.6m
Densidad	1000	1131
Diseño experimental	Parcelas divididas	Parcelas divididas
Tamaño de la parcela	5 filas de 4 plantas	4 filas de 4 plantas

En los cuadros 11 y 12 se presenta la lista de los materiales genéticos en evaluación en los dos ensayos.

Cuadro 11. Lista de materiales de *P.taeda* y *P.elliottii* evaluados en el ensayo 75

Código	Especie	Procedencia	Código	Especie	Procedencia
1	P.elliottii	FDA St. John (USA)	1	P.taeda	Arkansas (USA)
2	P.elliottii	FDA Dept. Agric. (USA)	2	P.taeda	FDA Marion (USA)
3	P.elliottii	Lousiana (USA)	3	P.taeda	Lousiana (USA)
4	P.elliottii	Mississippi (USA)	4	P.taeda	Mississippi (USA)
5	P.elliottii	Mondi AE 23 (SA)	5	P.taeda	Mondi AT 15 (SA)
6	P.elliottii	Mondi AE 33 (SA)	6	P.taeda	Mondi AT 2 (SA)
7	P.elliottii	Mondi AE 128 (SA)	7	P.taeda	Safcol 108-0478 (SA)
8	P.elliottii	Mondi AE 151 (SA)	8	P.taeda	SE Texas (USA)
9	P.elliottii	Mondi AE 45 (SA)	9	P.taeda	TX Champion (USA)
10	P.elliottii	Mondi AE 47 (SA)	10	P.taeda	Gulf Hamok (USA)
11	P.elliottii	Mondi AE 57 (SA)	11	P.taeda	CP Georgia (USA)
12	P.elliottii	Mondi AE 7 (SA)			
13	P.elliottii	Mondi AE 90 (SA)			
14	P.elliottii	Mondi AE 96 (SA)			
15	P.elliottii	Comercial			

**Cuadro 12.** Lista de materiales de *P.taeda* y *P.elliottii* evaluados en el ensayo 76

Código	Especie	Procedencia	Código	Especie	Procedencia
1	<i>P.elliottii</i>	Alabama Gulf Coastal Plain (USA)	1	<i>P.taeda</i>	Gulf Hamok (USA)
2	<i>P.elliottii</i>	Florida St. John's (USA)	2	<i>P.taeda</i>	CP Georgia (USA)
3	<i>P.elliottii</i>	Lousiana Western Gula (USA)	3	<i>P.taeda</i>	Arkansas (USA)
4	<i>P.elliottii</i>	Mondi (SA)	4	<i>P.taeda</i>	FDA Marion (USA)
5	<i>P.elliottii</i>	Queensland (AUS)	5	<i>P.taeda</i>	Lousiana (USA)
6	<i>P.elliottii</i>	SE Queensland, Byfield (AUS)	6	<i>P.taeda</i>	Mississippi (USA)
7	<i>P.elliottii</i>	South East Georgia (USA)	7	<i>P.taeda</i>	Mondi AT 15 (SA)
8	<i>P.elliottii</i>	Georgia – South Florida (USA)	8	<i>P.taeda</i>	Mondi AT 2 (SA)
9	<i>P.elliottii</i>	Comercial	9	<i>P.taeda</i>	SE Texas (USA)
10	<i>P.elliottii</i>	FDA St. John (USA)	10	<i>P.taeda</i>	Texas Ch. (USA)
11	<i>P.elliottii</i>	FDA Dept. Agric. (USA)			
12	<i>P.elliottii</i>	Mississippi (USA)			
13	<i>P.elliottii</i>	Mondi AE 23 (SA)			
14	<i>P.elliottii</i>	Mondi AE 33 (SA)			
15	<i>P.elliottii</i>	Safcol E 151 (SA)			
16	<i>P.elliottii</i>	Safcol E 45 (SA)			
17	<i>P.elliottii</i>	Safcol E 47 (SA)			
18	<i>P.elliottii</i>	Safcol E 57 (SA)			
19	<i>P.elliottii</i>	Safcol E 7 (SA)			
20	<i>P.elliottii</i>	Safcol E 96 (SA)			

Durante los meses de invierno de los años 2000, 2002 y 2004 se realizaron mediciones de altura total, DAP en todos los árboles. Con estos datos se calcularon el porcentaje de sobrevivencia, el volumen por árbol y por hectárea con corteza usando un factor de forma de 0.5. Con los resultados de la medición al año 2004 se realizó un análisis de varianza mediante el SAS para todas las variables mencionadas. Los contrastes de medias fueron realizados a través del test de Duncan al 5% de significación. Por otro lado fueron estimados los coeficientes de correlación para las variables citadas a distintas edades versus la medición al último año (2004).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Ensayo 75

#### Comportamiento de las especies

A través del análisis de la varianza surge que, si bien existe una cierta superioridad de *P.taeda* con respecto a *P.elliottii*, no existen diferencias entre ambas especies para ninguna de las variables medidas (Cuadro 13). En términos generales los valores promedios obtenidos en este caso son muy similares a los registrados en el ensayo citado anteriormente para ambas especies con valores de IMA del entorno de 16-18 m<sup>3</sup>/ha/año.

**Cuadro 13.** Valores promedios de sobrevivencia y crecimiento al 7mo año para cada especie

Especie	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivencia (cm)	Vol/árbol (m <sup>3</sup> )	Volumen/ha (m <sup>3</sup> /ha)	IMA (m <sup>3</sup> /ha/año)
<i>P.taeda</i>	8.5 a	18.0 a	87 a	0.115 a	129.5 a	18.5
<i>P.elliottii</i>	8.2 a	17.1 a	86 a	0.098 a	109.8 a	15.7

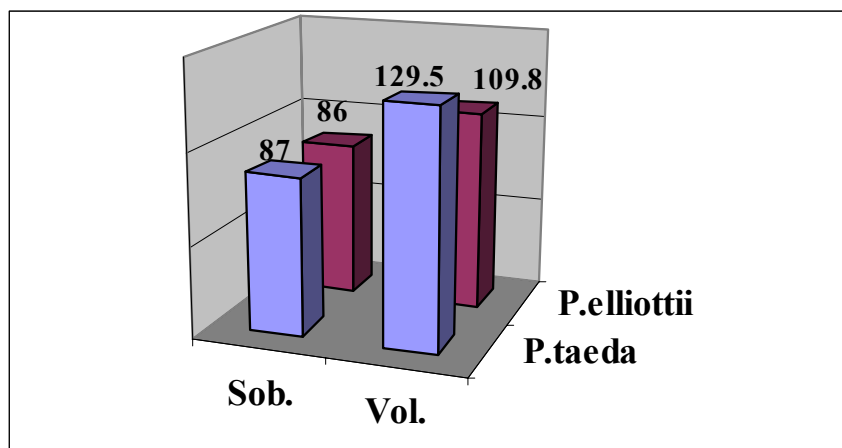


Figura 6. Valores de crecimiento y sobrevivencia al 7<sup>mo</sup> año para ambas especies

### Comportamiento de las procedencias de cada especie

#### *P.taeda*

El análisis de varianza muestra que existen diferencias significativas entre procedencias para todas las variables medidas al 7<sup>mo</sup> año (Cuadro 14). La procedencia que se destaca por el mayor crecimiento es la 10 "Gulf Hamok (USA)" con un valor de IMA con corteza de 28 m<sup>3</sup>/ha/año. Esta procedencia produce alrededor de 34% más madera que la procedencia siguiente en el ranking (11 "CP Georgia") y 100% más que la procedencia de peor comportamiento relativo (1 "Arkansas") (Figura 7).

Cuadro 14. Parámetros de crecimiento y sobrevivencia al 7<sup>mo</sup> año para las procedencias de *P.taeda* evaluadas

Procedencia	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivencia (%)	Vol/árbol (m <sup>3</sup> )	Volumen/ha (m <sup>3</sup> /ha)	IMA (m <sup>3</sup> /ha/año)
10	9.2 a	20.3 a	98 a	0.159 a	196.5 a	28.1
11	8.7 ab	18.3 abcd	95 a	0.120 b	146.5 b	20.9
5	8.9 ab	18.4 abc	89 a	0.125 b	139.0 b	19.9
7	8.9 ab	19.3 ab	79 ab	0.133 ab	135.6 b	19.4
3	8.8 ab	18.0 abcd	86 a	0.116 b	128.5 b	18.4
9	8.6 ab	17.7 abcd	87 a	0.111bc	124.9 b	17.8
4	8.2 abc	17.2 bcd	95 a	0.102 bc	120.8 b	17.3
6	8.2 abc	16.9 bcd	91 a	0.100 bc	114.0 b	16.3
2	8.6 abc	19.1 abcd	65 b	0.124 b	110.7 b	15.8
8	8.2 bc	16.7 cd	82 ab	0.096 bc	109.6 b	15.7
1	7.6 c	16.3 d	86 ab	0.080 c	98.2 b	14.0

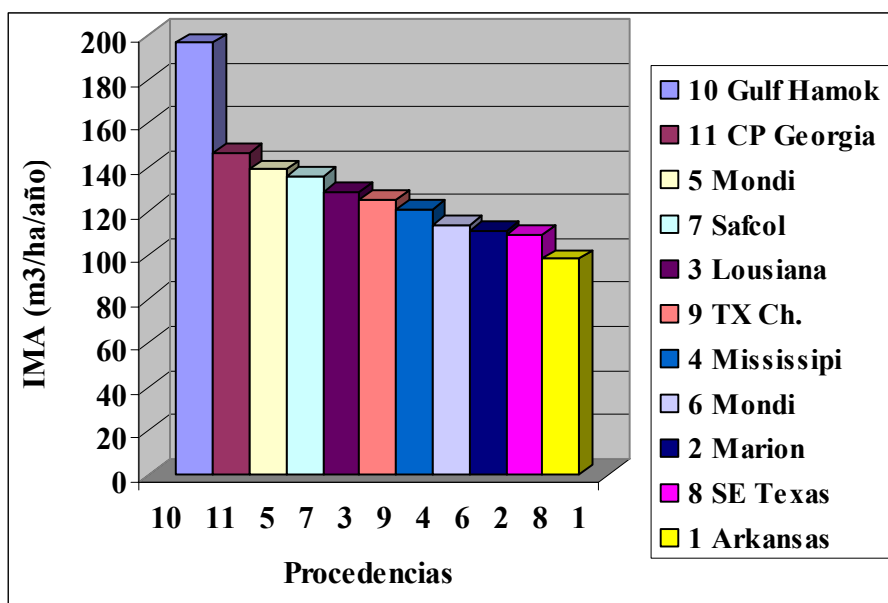


Figura 7. Valores de Volumen por ha al 7mo año de las procedencias de *P.taeda*

#### *P.elliottii*

En el cuadro 15 son presentados los valores de altura total, DAP, sobrevivencia, volumen por árbol, volumen por hectárea y el incremento medio anual al 7mo año de las procedencias de *P.elliottii* evaluadas. El análisis de varianza muestra que existen diferencias significativas entre procedencias solo para la variable altura total. No obstante esto, las procedencias de mayor crecimiento son la 12, 6, 9, 7 y 10 provenientes de Safcol y Mondi ambas de Sud Africa con valores de IMA de 18 a 19 m³/ha/año.

Cuadro 15. Parámetros de crecimiento y sobrevivencia al 7mo año para las procedencias de *P.elliotti* evaluadas

Procedencia	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivencia (%)	Vol/árbol (m³)	Volumen/ha (m³/ha)	IMA (m³/ha/año)
12	9.2 a	18.1 a	87 a	0.117 a	135.1 a	19.3
6	8.9 a	17.5 a	93 a	0.112 ab	132.5 a	18.9
9	8.5 ab	17.6 a	97 a	0.107 ab	130.1 a	18.6
7	8.6 ab	17.4 a	97 a	0.105 ab	127.5 a	18.2
10	8.2 abcd	17.9 a	89 a	0.114 ab	126.5 a	18.1
14	8.6 ab	16.9 a	95 a	0.102 ab	123.1 a	17.6
13	8.2 abcd	17.0 a	92 a	0.095 ab	113.2 a	16.2
15	8.4 abc	17.6 a	83 a	0.104 ab	110.8 a	15.8
1	8.2 abcd	17.7 a	81 a	0.106 ab	110.0 a	15.7
8	8.2 abc	17.8 a	76 a	0.104 ab	107.4 a	15.3
3	8 abcd	17.0 a	77 a	0.090 ab	93.3 a	13.3
2	7.6 bcd	16.1 a	84 a	0.081 ab	89.8 a	12.8
5	7.4 cd	15.6 a	84 a	0.077 b	86.1 a	12.3
11	7.8 abcd	15.1 a	84 a	0.074 b	81.6 a	11.7
4	7.6 d	16.8 a	65 a	0.079 ab	79.4 a	11.3

Se observa que materiales de regiones próximas tienen valores de crecimiento muy diferentes. Es importante destacar que los materiales de menor crecimiento también provienen de Mondi y Safcol (procedencias 11 y 5, respectivamente) por lo que resulta de vital importancia la correcta elección de la fuente de semilla a utilizar (Figura 8).

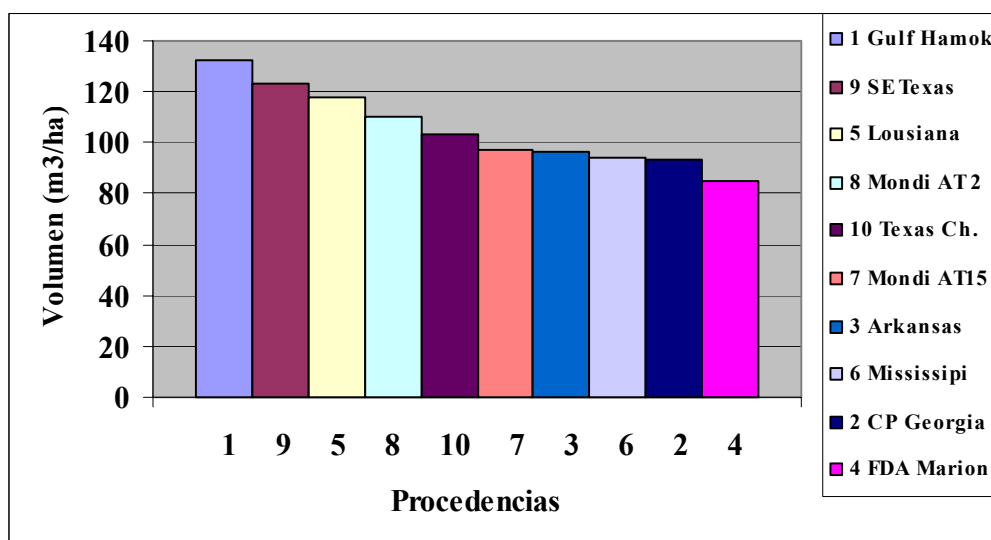


Figura 8. Valores de Volumen por ha al 7mo año de las procedencias de *P.elliottii*

## Ensayo 76

### Comportamiento de las especies

Al igual que con el ensayo 75 el análisis de varianza no detectó diferencias significativas entre especies para ninguna de los parámetros evaluados al 7<sup>mo</sup> año. Por otro lado los valores obtenidos en este ensayo son similares a los obtenidos en el ensayo citado anteriormente hecho que esta asociado a la similitud de ambos sitios. En este caso el valor de vol/ha alcanzado por *P.taeda* es algo inferior al registrado en el ensayo 75 probablemente explicado por el alto grado de enmalezamiento que tuvo en las primeras etapas del cultivo lo cual podría estar reflejado en los menores valores de sobrevivencia de este ensayo.

Cuadro 16. Valores promedios de sobrevivencia y crecimiento al 7mo año para cada especie

Especie	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivencia (cm)	Vol/arbol (m3)	Volumen/ha (m3/ha)	IMA (m3/ha/año)
<i>P.taeda</i>	9.1 a	12.5 a	76 a	0.109 a	105.2 a	15.0 a
<i>P.elliottii</i>	9.4 a	16.3 a	74 a	0.107 a	101.6 a	14.5 a

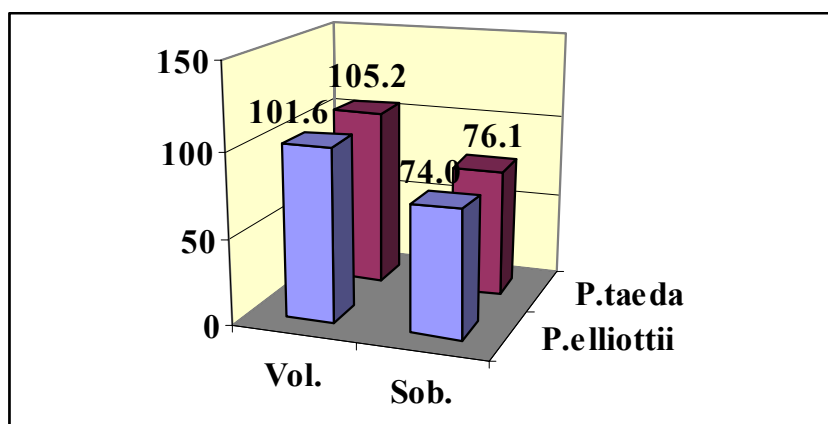


Figura 9. Valores de crecimiento y sobrevivencia al 7<sup>mo</sup> año para ambas especies

### Comportamiento de las procedencias de cada especie

#### *P. taeda*

Del análisis de varianza surge que no existen diferencias significativas entre procedencias al 7<sup>mo</sup> año para ninguna de las variables evaluadas (Cuadro 16). De todos modos, como en el ensayo 75, la procedencia 1 "Gulf Hamok (USA)" es la que se destaca con un IMA de 28 m<sup>3</sup>/ha/año. A su vez, las procedencias 9, 5 y 8 provenientes de SE Texas, Louisiana (ambas de USA) y Mondi (Sud Africa), respectivamente, tienen crecimiento relativamente altos con valores de IMA de 19 a 21 m<sup>3</sup>/ha/año. Los materiales de menor crecimiento son el 6, 2 y 4 provenientes de Missisipi, CP Georgia y Marion (USA). La procedencia de mayor productividad (1) tiene una superioridad de 55% con respecto a la de peor comportamiento (4, FDA Marion).

Cuadro 16. Parámetros de crecimiento y sobrevivencia al 7<sup>mo</sup> año para las procedencias de *P. taeda* evaluadas

Procedencia	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivencia (%)	Vol/árbol (m <sup>3</sup> )	Volumen/ha (m <sup>3</sup> /ha)	IMA (m <sup>3</sup> /ha/año)
1	9.2 a	20.3 a	67 a	0.167 a	132.1 a	28.1
9	8.7 a	18.3 a	89 a	0.117 a	122.9 a	20.9
5	8.9 a	18.4 a	94 a	0.107 a	117.5 a	19.9
8	8.9 a	19.3 a	92 a	0.101 a	110.0 a	19.4
10	8.8 a	18.0 a	58 a	0.152 a	103.4 a	18.4
7	8.6 a	17.7 a	70 a	0.117 a	96.8 a	17.8
3	8.2 a	17.2 a	91 a	0.091 a	96.5 a	17.3
6	8.2 a	16.9 a	77 a	0.104 a	94.0 a	16.3
2	8.6 a	19.1 a	70 a	0.113 a	93.5 a	15.8
4	8.2 a	16.7 a	53 a	0.136 a	85.1 a	15.7

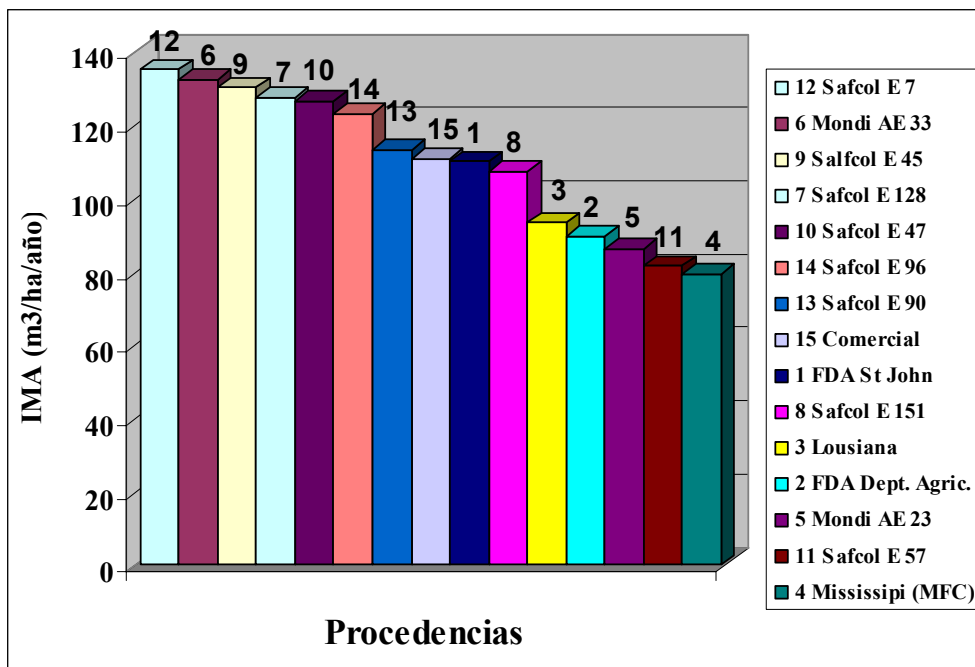


Figura 10. Valores de Volumen por ha al 7mo año de las procedencias de *P.taeda*

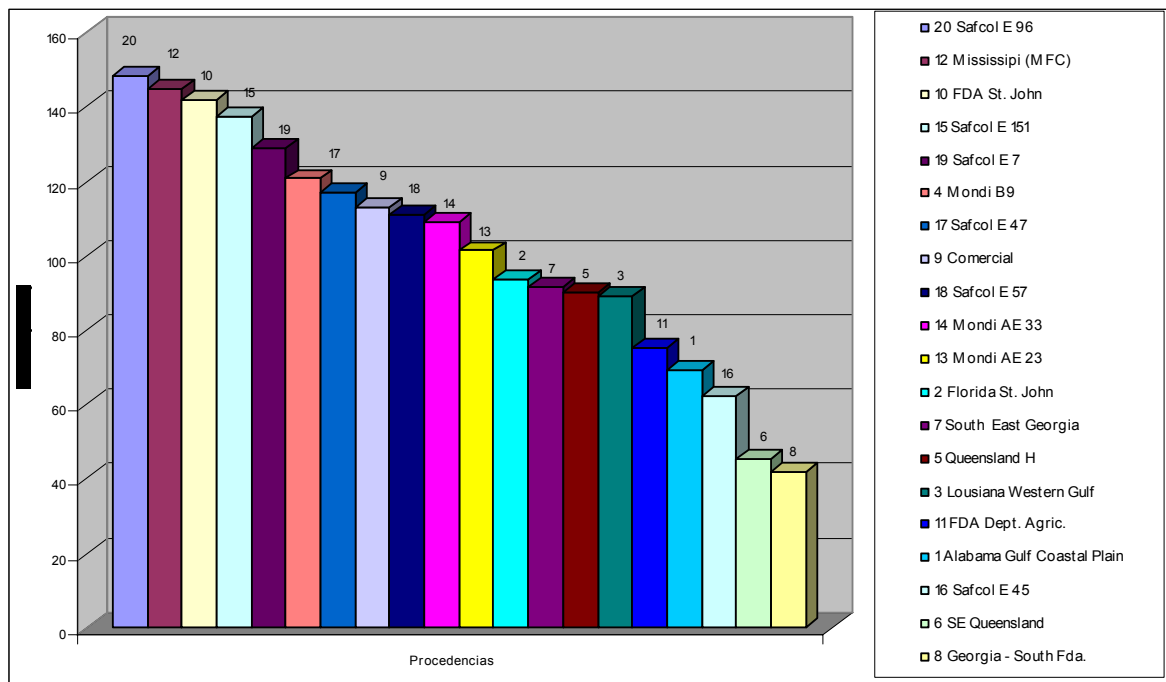
### *P.elliottii*

En el cuadro 17 son presentados los datos de altura total, DAP, sobrevivencia, volumen por árbol, volumen por ha e incremento medio anual al 7mo año de las procedencias evaluadas. El análisis de varianza detectó diferencias significativas para la todas las variables excepto para la altura total. Las procedencias de mayor crecimiento son la 20, 12, 10 y 15 provenientes de Safcol (Sud Africa), Mississippi (USA), Marion (USA) y Safcol (Sud Africa), respectivamente, con valores de IMA de 20 a 21 m³/ha/año. Estos materiales tienen valores de crecimiento que superan en más de tres veces a las procedencias de peor comportamiento. Los mayores valores de productividad por ha están asociados tanto a los mayores valores de crecimiento individual como a los altos los valores de sobrevivencia. Los materiales de menor crecimiento son el 8, 6, 16, 1 y 11 provenientes de Georgia Sout Florida (USA), SE Queensland (AUS), Safcol E 45 (Sud Africa), Alabama (USA) y FDA Dept. Agric (USA), respectivamente. Algunos de estos materiales muestran una falta de adaptación a las condiciones del sitio reflejado en los bajos valores de sobrevivencia.



**Cuadro 17.** Parámetros de crecimiento y sobrevivencia al 7mo año para las procedencias de *P.elliottii* evaluadas

Procedencia	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivencia (%)	Vol/árbol (m <sup>3</sup> )	Volumen/ha (m <sup>3</sup> /ha)	IMA (m <sup>3</sup> /ha/año)
20	10.0 a	17.7 a	98 a	0.128 a	148.3 a	21.2
12	9.9 a	17.7 a	97 ab	0.127 a	145.1 a	20.7
10	9.8 a	18.0 a	91 abcd	0.133 a	141.7 ab	20.2
15	10.6 a	17.7 a	88 abcd	0.134 a	137.6 ab	19.7
19	10.2 a	17.8 ab	81 abcdef	0.135 ab	129.1 abc	18.4
4	10.3 a	18.1 ab	70 abcdef	0.146 abc	120.8 abc	17.3
17	9.7 a	17.4 ab	81 abcdef	0.123 abc	117.1 abcd	16.7
9	9.7 a	17.1 ab	83 abcde	0.116 abc	112.9 abcde	16.1
18	9.8 a	16.4 ab	89 abcd	0.106 abc	111.0 abcde	15.9
14	10.1 a	17.7 ab	70 abcdef	0.132 abc	109.1 abcde	15.6
13	8.8 a	15.8 abc	92 abc	0.094 abc	101.4 abcde	14.5
2	9.4 a	17.5 ab	66 abcdef	0.122 abc	93.8 abcde	13.4
7	9.5 a	15.8 abc	78 abcdef	0.100 abc	91.5 abcde	13.1
5	11.9 a	16.3 abc	56 cdefg	0.136 ab	90.3 abcde	12.9
3	9.7 a	17.7 ab	59 cdefg	0.128 abc	89.0 abcde	12.7
11	8.8 a	15.3 abc	75 abcdef	0.085 abc	75.1 abcde	10.7
1	9.4 a	16.7 abc	52 efg	0.115 abc	69.5 bcde	9.93
16	8.7 a	15.2 abc	63 bcdefg	0.085 abc	62.5 cde	8.93
6	8.5 a	14.8 c	44 g	0.088 abc	45.4 de	6.49
8	8.7 a	14.5 bc	47 fg	0.076 bc	41.9 e	5.98



**Figura 11.** Valores de Volumen por ha al 7mo año de las procedencias de *P.elliottii*

Efecto sitio

Ensayo 75 vs 76

Del análisis de varianza considerando las procedencias comunes de ambas especies en los dos sitios surge que no existen diferencias entre sitios para las variables altura total, DAP, sobrevivencia, volumen por árbol y por há (Cuadro 18). Esto implica que en promedio las dos especies se comportan de la misma manera en cada sitio lo cual era esperable teniendo en cuenta la proximidad de los dos ensayos y por tratarse de tipos de suelos con similares características.

**Cuadro 18.** Resultados de crecimiento y sobrevivencia de las procedencias comunes a los dos ensayos: M. Díaz y Medanos de Gutierrez (Rivera)

Ensayo	Especie	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivencia (%)	Vol/árbol (m <sup>3</sup> )	Volumen/ha (m <sup>3</sup> /ha)
75 (M. Díaz)	<i>P.elliottii</i>	8.1 a	16.7 a	84 a	0.097 a	108.1 a
	<i>P.taeda</i>	8.3 a	17.5. a	87 a	0.113 a	128.5 a
76 (Medanos)	<i>P.elliotti</i>	9.5 a	16.8 a	82 a	0.112 a	113.8 a
	<i>P.taeda</i>	9.1 a	16.2 a	76 a	0.109 a	104.6 a

Análisis interacción genotipo-ambiente

El análisis realizado con las procedencias comunes a los dos ensayos muestra que no existe un nivel de interacción significativo entre el sitio y las especies para ninguna de las variables medidas (Figuras 12, 13 y 14) . Esto implica que las dos especies tienen una respuesta muy similar en ambos sitios. En este sentido se observa que *P.taeda* tiene una pequeña superioridad en cuanto a la productividad por árbol y por ha con respecto a *P.elliotti* en el ensayo 75 situación que se invierte en el ensayo 76.

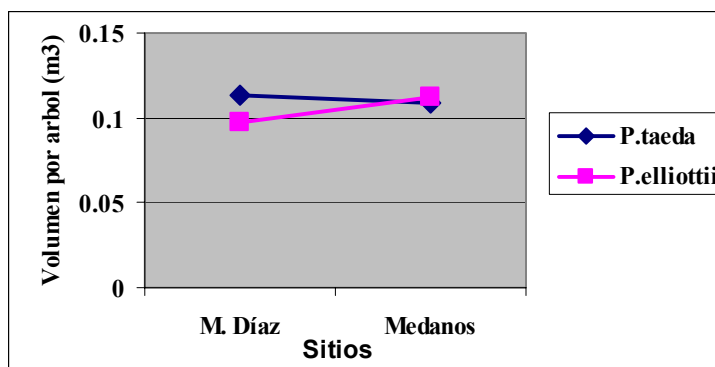


Figura 12. Volumen por árbol de *P.taeda* y *P.elliotti* en ambos sitios

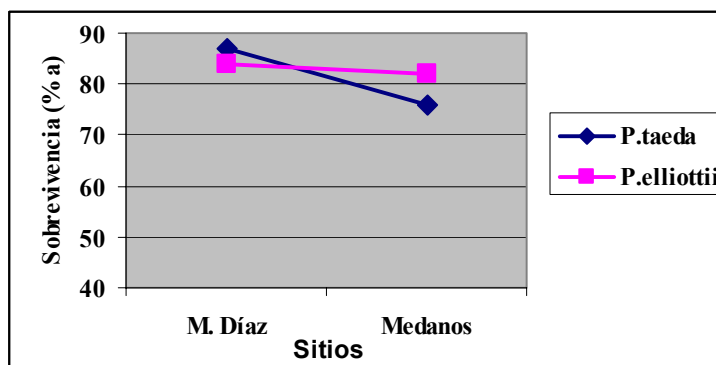


Figura 13. Sobrevivencia de P.taeda y P.elliottii en ambos sitios

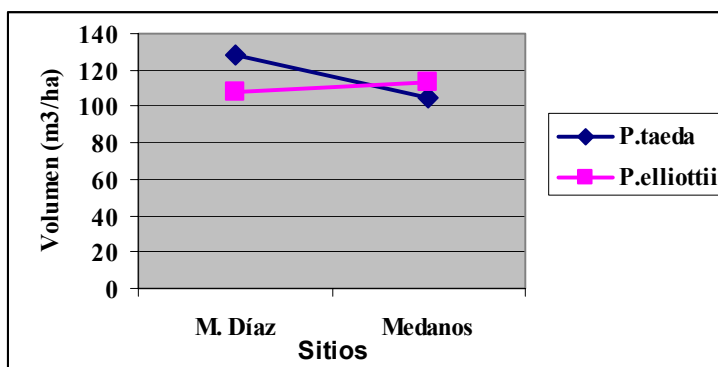


Figura 14. Volumen por ha de P.taeda y P.elliottii en ambos sitios

### Relaciones entre mediciones

En el cuadro 19 se presentan los coeficientes de correlación calculados entre los parámetros medidos al 3er año vs el volumen por hectárea medido al último año de evaluación. De los datos obtenidos en general se observa que existe una baja relación entre los parámetros de crecimiento medidos en las primeras etapas del cultivo y la medición de volumen por ha al 7<sup>mo</sup> año. Esto indica que sería necesario esperar algunos años más para poder identificar aquellos materiales que mantengan su superioridad hasta el momento de la cosecha. La excepción está dada por las procedencias de P.elliottii en el ensayo 75 cuyos valores indican que existe un alto grado de asociación entre todos los parámetros medidos en etapas tempranas con el volumen por ha al último año de evaluación.

Cuadro 19. Valores de correlación entre los parámetros medidos al 3er año vs el volumen por hectárea al 7<sup>mo</sup> año

Ensayo	Especie	Altura	DAP	Sobrevivencia	Volumen/ha
75 (M. Díaz)	P.elliottii	0.82	0.80	0.91	0.83
	P.taeda	0.45	0.37	0.72	0.73
76 (Medanos)	P.elliottii	0.62	0.64	0.48	0.53
	P.taeda	0.32	0.28	0.22	0.25

## **CONCLUSIONES**

De los datos obtenidos en esta serie de ensayos puede concluirse que:

En el ensayo instalado en **Villa Serrana (año 1992)**, los resultados muestran que *P.taeda* ha venido incrementando la diferencia en crecimiento con respecto a *P.elliottii*, basado en la mayor sobrevivencia. Para cada especie, los valores de crecimiento de las procedencias son muy similares entre si a pesar de que en las ultimas evaluaciones se observa una cierta dispersión de los valores de volumen por ha.

Las correlaciones calculadas indican que a partir del 7mo año de evaluación seria posible identificar los materiales de mayor productividad por ha.

En el ensayo instalado próximo a la ciudad de **Rivera (año 1994)**, confirmando la tendencia observada en evaluaciones anteriores, *P.taeda* muestra una ligera superioridad en cuanto al crecimiento que *P.elliottii*. Los valores obtenidos con ambas especies son algo mayores a los registrados comercialmente.

Para *P.taeda* se detectaron diferencias en productividad entre procedencias destacándose la 4 de Texas (USA), 3 de Lousiana (USA) y 1 de Mondi (Sud Africa) con valores de IMA próximos a 18 m<sup>3</sup>/ha/año. Para *P.elliottii* se destaca la procedencia de 4A de Sappi (Sud Africa) con un IMA de 17 m<sup>3</sup>/ha/año.

A diferencia de lo ocurrido en el ensayo anterior, los coeficientes de correlación calculados indican que es posible identificar los mejores materiales genéticos de ambas especies desde los primeros años del cultivo.

En los ensayos instalados en **M. Díaz y Medanos (año 1997)**, se observa la misma tendencia que en el ensayo anterior en el sentido que ambas especies tienen valores de crecimientos muy similares. En las dos especies se detectaron diferencias entre procedencias destacándose en los dos ensayos la 10 "Gulf Hamok" (USA) para *P.taeda* con un IMA de 28 m<sup>3</sup>/ha/año. Para *P.elliottii* las mejores procedencias en el ensayo de M.Díaz son la 12, 6, 9, 7 y 10 provenientes de Safcol y Mondi (Sud Africa) con valores de IMA de 18 a 19 m<sup>3</sup>/ha/año. En el ensayo de Medanos las procedencias de mayor crecimiento son la 20, 12, 10 y 15 provenientes de Safcol (Sud Africa), Mississippi (USA), Marion (USA) y Safcol (Sud Africa), respectivamente, con valores de IMA de 20 a 21 m<sup>3</sup>/ha/año.

En promedio las dos especies tienen un comportamiento muy similar en los sitios evaluados y tienen la misma respuesta al pasar de un sitio a otro. En general existe una baja relación entre los parámetros de crecimientos medidos al 3er año con el volumen por ha al 5to año.

Considerando todos los ensayos evaluados surge que existen fuentes de semilla, tanto para *P. elliottii* como para *P. taeda*, provenientes de diferentes regiones del sudeste de EEUU, Sud África y Brasil con buenos valores de crecimiento.

### **LITERATURA CONSULTADA**

METHOL, R; RESQUIN, F. 2001. Evaluación de procedencias de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* al quinto año. En: Seminario de actualización en tecnologías forestales para areniscas de Tacuarembó y Rivera. Serie Técnica 123, p. 97-101.

MINISTERIO DE GANADERIA AGRICULTURA Y PESCA, 2003. Boletín estadístico. Año 4, Numero 3, Dirección General Forestal. 58 p.

SORRENTINO, A. 1992. Proyecto: Índices de sitio, volumetría y crecimiento de pinos y eucaliptos en el Uruguay. Informe final: Documento completo. Consultoría. Dirección Forestal, MGAP. Montevideo. 228 p.