

**CRECIMIENTO DE *Pinus elliottii* elgelM. EN EL ÁREA SERRANA DE LA
PROVINCIA DE SAN LUIS, ARGENTINA.**

**GROWTH OF *Pinus elliottii* elgelM. IN THE HIGHLAND AREA OF THE SAN LUIS
PROVINCE, ARGENTINA.**

**Stella Bogino¹
Mirta Gómez¹
Anselmo Ávila¹
Zunilda Furlán¹
Sandra Escudero¹
Amalia Corral¹
Roberto Luna,²
Jorge Martín García³**

¹ Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico-Sociales. Universidad Nacional de San Luis.
Avda. 25 de mayo 384. C.P. 5730. Villa Mercedes (S.L.) T.E. 02657-437.684
sbogino@fices.unsl.edu.ar

² Asesor privado.

³ Alumno de la carrera de Ingeniero en Montes. Universidad de Valladolid. España.

SUMMARY

This study was carried out in three farms situated in the Comechingones and San Luis hills area, in the homonymous province. Because they are not former dates over this specie in that place; the type tree method was used, in order to estimate the volume growth of *Pinus elliottii*. High and CBH (Circumference at breast height) were measured over permanent circular plots in order to estimate apparent volume. Subsequently, the type tree was determined by the Hossfeld method. It is concluded that the volume growth varies from 2,57 m³.ha⁻¹.year⁻¹ to 8,30 m³.ha⁻¹.year⁻¹ according to the area. The dates given by this study will be used in order to construct volume tables.

Key words: Growth, *Pinus elliottii* ElgelM., highland areas, San Luis.

RESUMEN

Este estudio se llevó a cabo en tres establecimientos, ubicados en el área de sierras de Comechingones y San Luis, de la provincia homónima. Debido a que no existen mediciones previas en este sitio y sobre esta especie; se empleó el método del árbol tipo, con el objeto de estimar el crecimiento volumétrico de *Pinus elliottii*. En parcelas circulares permanentes, se midieron altura y CAP (circunferencia a la altura del pecho), para estimar volumen aparente. Luego, se procedió a determinar árbol tipo de acuerdo al método de Hossfeld. Se concluye que el crecimiento volumétrico varía entre 2,85 m³.ha⁻¹.año⁻¹ a 8,30 m³.ha⁻¹.año⁻¹ de acuerdo al área. Los datos proporcionados por este trabajo serán utilizados en la elaboración de tablas de volúmenes.

Palabras clave Crecimiento, *Pinus elliottii* ElgelM., área serrana, San Luis.

INTRODUCCIÓN

La implantación de especies leñosas es incipiente en la zona serrana de la provincia de San Luis, donde la economía se sustenta en la ganadería extensiva. Las primeras plantaciones las realizó, en el año 1978, la Dirección de bosques del Gobierno de la provincia, en ensayos de 10 hectáreas de superficie, en distintos puntos del área serrana con *Pinus elliottii*, *P. radiata*, *P. pinaster*, *P. pinea*, *P. halepensis*, *P. canariensis*, *Eucalyptus viminalis*, *Quercus robur* y *Robinia pseudo-acacia*.

En el año 1991 se sanciona en la provincia la ley 4884 que fomenta la forestación con especies leñosas, nativas y exóticas. Dentro del marco de esta ley la superficie forestada en toda la provincia alcanza, hasta el momento, 1.500 hectáreas, siendo, empíricamente, *P. elliottii* la especie más elegida, ya que no existen datos de crecimiento de la misma, en el área.

San Luis posee una amplia zona con buena aptitud forestal: la región de las Sierras de Comechingones, Sierras del Morro – Yulto y del Umbral de la Estanzuela y Piedemonte de las Sierras Grandes de San Luis, zona en la que la forestación contribuiría a aumentar la rentabilidad de los establecimientos agropecuarios, sin competir con la agricultura y la ganadería. (de Fina, 1969; Marmol, 1961)

Además, en un trabajo posterior Cozzo *et al.* (1992) hacen referencia al potencial forestal de la zona de la sierra de Comechingones, donde se menciona a la especie motivo de este estudio como apta para forestar estos sitios.

No existe información específica sobre la productividad de las principales especies forestales cultivadas en la zona serrana de la provincia de San Luis, por lo que se hace necesario encarar estudios que permitan generar información confiable, tanto para transferir al incipiente sector forestal, cuanto para otros estudios subsiguientes.

El objetivo de este trabajo es obtener información, hasta el momento inédita, sobre el crecimiento volumétrico de *Pinus elliotti*, para los tres sitios de muestreo ubicados en la zona serrana de la provincia de San Luis. Estos datos servirán para construir tablas de volúmenes y, como insumo, para los modelos económicos de inversión que se aplican en el sector forestal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las mediciones se realizaron en los establecimiento “El talita” (Fig.1) y “El sauce”, próximos a la localidad de La Punilla (33° 8'S; 65°5'W; 950 m.s.n.m.) y “Cerro negro”, próximo a la localidad de Las Vizcacheras (33° 35'S; 65° 7'W; 900 m.s.n.m.). Estos establecimientos se encuentran en el área de Sierra de Comechingones de acuerdo con la carta de suelos y vegetación de la provincia de San Luis (Peña Zubiate *et al.*, 1998)



Fig.1: Forestación de *Pinus elliottii*. Est. “El talita”. Año de plantación 1992.
Fig.1.Forestation of *Pinus elliottii*. "El talita" farm. Plantation year: 1992

A los suelos se los clasifica como Haplustoles fluvénticos y en los sectores de alta rocosidad se observan suelos muy someros e inclinados clasificados como Ustortentes típicos y líticos. El clima es templado con estación seca y las precipitaciones son, en promedio, de 850 mm. anuales (Peña Zubiarte *et al.*, 1998) (Fig.2)

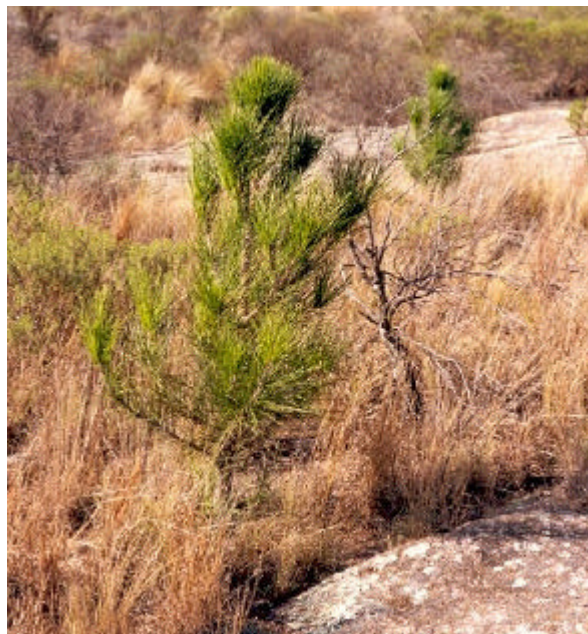


Fig.2: Forestación de *Pinus elliottii*. Est. “El sauce”. Año de plantación 1986.
Fig.2.Forestation of *Pinus elliottii*. "El sauce" farm. Plantation year: 1986

Estos sitios fueron elegidos debido a que poseen las forestaciones más longevas y de orígenes conocidos de esta especie. Los años de plantación son: 1992, 1993 y 1987 para los establecimientos “El talita”, “Cerro negro” y “El sauce”, respectivamente. En los tres sitios

las plantaciones se realizaron para obtener madera de aserrío y para detener los efectos de la erosión hídrica, de notable importancia en la zona.

La estimación del crecimiento se realizó sobre rodales coetáneos ubicados sobre exposición norte y de igual distancia de plantación (3x3 metros), el material con que se realizó la plantación provenía, en todos los casos, de un vivero de la zona de Río de los Sauces, provincia de Córdoba, propiedad del Ing. Aldo Rudi.

El análisis de los datos se realizó a través del software Estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2002). El tamaño mínimo de muestra se estableció a través de un muestreo. Como las variables analizadas presentan una distribución normal se utilizó la variable t de Student definida en tablas por (n-1) grados de libertad y por el nivel de significancia asignado a la prueba.

La fórmula aplicada para el cálculo de número de parcelas es la siguiente:

$$n = \frac{t^2(n-1)(0.05).s^2}{E^2}$$

Donde:

n= número de parcelas que deben ser evaluadas.

t= variable de student para (n-1) grados de libertad y nivel de significación de (0.05)

S= estimador del parámetro poblacional δ

E= error elegido para la prueba

Aplicando la fórmula anterior se determinó el valor de n=3 para los tres sitios y la intensidad de muestreo fue de 0,29% para “El talita”, 0,28% para “El sauce” y de 0,56% para “Cerro negro”.

Las unidades de muestreo empleadas fueron parcelas permanentes circulares de 10 metros de radio, distribuidas a través de un diseño completamente aleatorizado (Carrera *et al.*, 1999). En cada parcela se midió la CAP (circunferencia a la altura del pecho) y la altura de todos los individuos. Todos los árboles se identificaron individualmente. A partir de estos datos se calculó el área basal y el porcentaje de fallas.

El área basal se determinó a través de la fórmula:

$$g = \frac{c^2}{4 * \pi}$$

Donde:

g = área basal.

c = circunferencia.

Para la determinación del volumen real se empleó el método del árbol tipo de Hossfeld, el cual divide a la masa en clases o categorías y le asigna un árbol tipo a cada una de ellas. Así el número de árboles tipo es independiente del número total de árboles por clase. Para aplicar este método se dividió a los árboles medidos en seis clases de acuerdo a la variable circunferencia.

$$V = A1.H1 \frac{\sum_{j=1}^q F1j}{q} + A2.H2 \frac{\sum_{j=01}^q F2j}{q} + + Am.Hm \frac{\sum_{j=1}^q Fmj}{q}$$

Donde:

V= volumen

I= 1,2.....n. representa el número de las clases diamétricas de igual intervalo en que ha sido dividida la masa.

Ai= área basal total de la i-ésima clase diamétrica.

Hi= alturas medias correspondientes a los diámetros medios de la i-ésima clase diamétrica.

q= número de árboles considerados para cada clase.

Fij= coeficiente de forma del j-ésimo árbol tipo de la i-ésima clase diamétrica.

Debido a que los árboles de cada sitio se identificaron individualmente, una vez determinado el árbol tipo para cada clase, se apeó. Para determinar el volumen real del árbol tipo se usó la fórmula de Smalian, que considera la división del volumen en trozas y le calcula el volumen a cada una de ellas. Como los rollizos eran cortos se cortaron en trozas de un metro de longitud.

La formula de Smalian empleada fue:

$$Vt = L.(\frac{g1 + gn}{2} + g2 + g3 + + gn - 1) + vn$$

Donde:

Vt= volumen total.

L= longitud total

g1= área transversal en la punta más gruesa.

gn= área transversal en la punta más fina.

Una vez medidos los árboles tipo se calculó el coeficiente mórfo de cada uno de ellos a través de la fórmula siguiente:

$$CM = \frac{Vr}{Va}$$

Donde:

Vr= Volumen real (medido en el árbol apeado)

Va= Volumen aparente.

Finalmente se multiplicó el volumen aparente de cada clase, por el coeficiente mórfo correspondiente.

$$V_r = V_{ap} * CM$$

Vr= Volumen real

Vap= Volumen aparente
CM= Coeficiente m3rfico

Estos valores se emplearon para calcular el crecimiento promedio para cada uno de los sitios, a trav3s de la f3rmula siguiente:

$$Cr = \frac{Vr}{e}$$

Donde:

Cr= Crecimiento promedio.

Vr= Volumen real

e= edad de la plantaci3n.

RESULTADOS Y DISCUSI3N

La distribuci3n de frecuencia de acuerdo a la variable circunferencia est3 resumida en las Fig. 3, 4 y 5 para cada uno de los sitios.

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
Circunferencia	1	0,16	0,25	0,20	3	0,03
Circunferencia	2	0,25	0,34	0,29	4	0,04
Circunferencia	3	0,34	0,43	0,38	15	0,16
Circunferencia	4	0,43	0,51	0,47	43	0,47
Circunferencia	5	0,51	0,60	0,56	22	0,24
Circunferencia	6	0,60	0,69	0,65	5	0,05

Fig.3 Tabla de distribuci3n de frecuencias del Est. "El talita".
Fig.3. Table of distribution of frequency in the "El talita" farm

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
circunferencia	1	0,30	0,39	0,34	8	0,08
circunferencia	2	0,39	0,47	0,43	13	0,13
circunferencia	3	0,47	0,56	0,51	20	0,20
circunferencia	4	0,56	0,64	0,60	25	0,25
circunferencia	5	0,64	0,73	0,68	23	0,23
circunferencia	6	0,73	0,81	0,77	10	0,10

Fig.4 Tabla de distribuci3n de frecuencias del Est. "El sauce".
Fig.4 Table of distribution of frequency in the "El sauce" farm.

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
Circunferencia	1	0,17	0,23	0,20	4	0,06
Circunferencia	2	0,23	0,30	0,27	6	0,09
Circunferencia	3	0,30	0,37	0,33	17	0,25
Circunferencia	4	0,37	0,43	0,40	20	0,29
Circunferencia	5	0,43	0,50	0,47	17	0,25
Circunferencia	6	0,50	0,57	0,53	4	0,06

Fig.5 Tabla de distribución de frecuencias del Est. "Cerro negro"
Fig.5 Table of distribution of frequency in the "Cerro negro" farm

Los coeficientes mórficos para cada árbol tipo, de cada clase, para cada sitio, aparecen en las Fig. 6, 7 y 8

Arbol tipo	Circunferencia m.	CM
1	0.20	0.63
2	0.29	0.61
3	0.38	0.60
4	0.47	0.53
5	0.56	0.47
6	0.65	0.46

Fig.6 Coeficientes mórficos. Est. "El talita".
Fig.6 Morfic coefficient . "El talita" farm.

Arbol tipo	Circunferencia m.	CM
1	0.34	0.60
2	0.43	0.58
3	0.51	0.50
4	0.60	0.49
5	0.68	0.46
6	0.77	0.45

Fig.7 Coeficientes mórficos. Est. "El sauce".
Fig.7 Morfic coefficients. "El sauce" farm.

Arbol tipo	Circunferencia m.	CM
1	0.20	0.63
2	0.27	0.61
3	0.33	0.60
4	0.40	0.59
5	0.47	0.53
6	0.53	0.50

Fig.8 Coeficientes mórficos. Est. "Cerro negro"

Fig.8 Morfic coefficients . "Cerro negro" farm.

Los resultados finales obtenidos de las mediciones para cada uno de los sitios, están resumidos en la Fig.8

Sitio	Área basal (m ² /ha).	Crecimiento promedio (m ³ . ha ⁻¹ .año ⁻¹)	Fallas (%)
“El talita”	17.62	5.21	11.2
“El sauce”	28.77	8.30	5.4
“Cerro negro”	8.88	2.85	55.9

Fig.9 Area basal, crecimiento promedio anual y porcentaje de fallas de cada establecimiento.

Fig.9 Basal area, annual mean growth and lost percentage in each farm.

Debido a que no existen datos acerca del crecimiento volumétrico de esta especie en la provincia de San Luis, se compararon los resultados obtenidos con valores del valle de Calamuchita (Córdoba) bajo condiciones ambientales similares al sitio de estudio del presente trabajo. Mutarelli (1991) determinó un crecimiento volumétrico de 12-24 m³.ha⁻¹.año⁻¹ mientras que Carrara de Huber *et al.*(1978) estableció valores de 10.04-10.67 m³.ha⁻¹.año⁻¹ para el mismo lugar.

Domingo Cozzo (1995) cita resultados de las mediciones realizadas en la Sierras de del Valle de Calamuchita que varían entre 9 y 13-14 m³.ha⁻¹.año⁻¹, para *Pinus elliottii*, *P. taeda*, *P. pinaster* y *P. patula*, incluyendo *Pinus radiata* a pesar de los graves problemas sanitarios que lo han afectado desde su introducción, estos registros permiten clasificar a la región como de tercera calidad forestal.

Los valores publicados por Cozzo (1995) no difieren esencialmente de los obtenidos en este trabajo, con excepción del establecimiento "Cerro negro"; pero es importante destacar el porcentaje elevado de pérdidas que tuvo esta plantación (55%) debido a problemas fitosanitarios y de implantación, lo cual determinó que el crecimiento volumétrico, en este sitio, fuera sustancialmente menor que en los otros dos casos.

CONCLUSIONES

Si bien los resultados pueden parecer poco relevantes, si se comparan con las áreas forestales de Misiones y Corrientes, donde el crecimiento promedio de esta especie llega a cuadruplicar los valores estimados en este trabajo; estos crecimientos son alentadores al considerar que las plantaciones se realizaron en sitios con severas limitaciones para la actividad agropecuaria, solo aptos para la ganadería extensiva y, en algunos casos extremos, limitados a la esta actividad.

El método del árbol tipo fue utilizado durante muchos años, pero en la actualidad se considera superado por las tablas de volúmenes de árboles individuales; sin embargo, en sitios como el área serrana de San Luis, donde no hay información sobre crecimiento volumétrico de las especies leñosas, este método resulta aplicable para la estimación de volumen real y crecimiento promedio con corteza.

Estas mediciones realizadas sobre esta especie, son valiosas por que significan los primeros estudios de crecimiento volumétrico de especies leñosas en todo el ámbito provincial, que se emplearán para la construcción de tablas de volúmenes de árboles individuales y además, son valores imprescindibles para la aplicación de modelos económicos de proyectos de inversión, que se aplican en el sector forestal.

Estudios subsiguientes se presentan como una necesidad impostergable que incluirían la elaboración de curvas de crecimiento, a través de estudios dendrocronológicos, para complementar los datos de crecimiento volumétrico promedio.

AGRADECIMIENTOS

A los señores Julio Godio, Aldo Dicola y Roberto Campos propietarios de los establecimientos “El talita”, “El sauce” y “Cerro negro” por su desinteresada colaboración en este proyecto.

BIBLIOGRAFIA.

- CARRARA DE HUBER, M., Fernández, M., y Barañao, J. 1978. *Estudios comparativos en el crecimiento de cuatro especies del Género Pinus en el Valle de Calamuchita, Provincia de Córdoba*. Actas del tercer Congreso Forestal Argentino, Buenos Aires. Pp.383-389.
- CONTRERAS, F., Leaño, C. Y Licon, J., 1999. *Guía para la Instalación y Evaluación de Parcelas Permanentes (PPMs) BOLFOR – PROMABOSQUE*. Pp 1-51.
- COZZO, D, Rudi, A. y Lenardon, J. 1992. *Desenvolvimiento silvicultural en el Valle de CALAMUCHITA*. Revista de la Asociación Forestal Argentina. Año XXVI, Buenos Aires. Pp. 6-17.
- COZZO, D., 1995. *Silvicultura de plantaciones maderables*. Ed. Hemisferio Sur. Pp.438
- DE FINA, A. 1961. *Difusión geográfica de cultivos índices en la provincia de San Luis y sus causas*. Eudeba. 281 pp.
- DI RIENZO, J., Balzarini, M., Casanoves, F., Gonzalez, L., Tablada, E., Robledo, C. (2002) *Infostat Software Estadístico versión 2*. Grupo infoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- MÁRMOL, L. 1969. *Introducción experimental de especies forestales en las Sierras Grandes de Córdoba*. Actas Primer Congreso Forestal Argentino. PP. 587-589.
- MUTARELLI, E., 1991. *Análisis dasométricos de las plantaciones forestales del Valle de Santa Rosa de Calamuchita, provincia de Córdoba*. (sin publicar).
- PEÑA ZUBIATE, C., Anderson, D., Demmi, M., Saenz, J. y D'Hiriart, A., 1998. *Carta de Suelos y Vegetación de la provincia de San Luis*. Gobierno de la provincia de San Luis. 115p.