



UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
Facultad de Agronomía

Boletín N° 135

Abril 1987

**TABLAS LOCALES DE VOLUMEN
COMERCIAL PARA PINO MARITIMO
(*Pinus pinaster* Ait.), *ELLIOTTII* (*P. elliotii*
Engelm.) y *TAEQA* (*P. taeda* L.)..**

por:

Arianna Sorrentino Fattoruso

Montevideo

Uruguay

CONTENIDO

I. Volumen de Aserrio para Pino marítimo (<i>Pinus pinaster</i> Ait.).	
II. Volumen Estéreo para Pino marítimo (<i>Pinus pinaster</i> Ait.).	13
III. Volumen Aserrable para Pinos <i>elliottii</i> y <i>taeda</i> (<i>Pinus elliottii</i> Engelm. y <i>P. taeda</i> L.).	23
IV. Resumen General.	33
Bibliografía.	34



Se autoriza la reproducción total o parcial de esta publicación citando la fuente.

Boletín Facultad de Agronomía
(Uruguay) No. 135: 1-34, abr. 1987.

1. PINUS ELLIOTTII
2. PINUS PINASTER
3. PINUS TAEDA
- I. Sorrentino, Arianna

CDU 634.0.175

Se solicita canje ..
Exchange solicited ..

I. VOLUMEN DE ASERRIO PARA PINO MARITIMO. (*Pinus pinaster* Ait.)

Arianna Sorrentino *

A. INTRODUCCION

En la zona Sur de nuestro país, existen grandes extensiones de costa forestadas con ejemplares de pino marítimo (*Pinus pinaster* Ait.), que integran plantaciones artificiales de más de 50 años de edad, así como también zonas de regeneración natural y rodales instalados más recientemente.

En el mercado maderero nacional, el pino marítimo es una de las especies que bajo la denominación común de “pinos nacionales”, se utiliza con fines de aserrado, para diámetros menores de trozas comerciales, superiores a los 15 cm.

Teniendo en cuenta la abundante disponibilidad de material maderero que cumple con las exigencias de nuestro mercado, se ha considerado de gran utilidad, la confección de Tablas de Volumen de Aserrío, que indiquen de alguna manera, los rendimientos esperados de árboles individuales, en función de alguna característica fácilmente medible.

En este trabajo se presenta una Tabla Local de Volumen de Aserrío, donde se estiman en función de las categorías de diámetro, los rendimientos madereros de trozas comerciales de 3,30 m de largo, y los rendimientos acumulados para árboles individuales de aproximadamente 50 años de edad.

A pesar de ser una tabla de carácter local, los datos presentados en este trabajo, resultan extrapolables a todos aquellos rodales de la zona, que cumplan con las mismas características del material usado en esta oportunidad.

* Ing.Agr. Asistente de Dasometría, del Dpto. Forestal de la Facultad de Agronomía.

B. MATERIALES Y METODOS

1. MATERIALES

a. Descripción del predio: suelo y plantaciones

El predio donde se realizó este trabajo posee un área de 140 Há y presenta plantaciones que ocupan una extensión aproximada de 88 Há, ubicadas sobre dunas arenosas de la Localidad de Salinas, en el Departamento de Canelones (Uruguay).

El suelo es de topografía suavemente ondulada con pendientes máximas de un tres por ciento, y presenta en zonas bajas, pequeñas corrientes de agua persistentes durante casi todo el año. La mayor parte de la zona forestada, está integrada por plantaciones artificiales de pino marítimo de aproximadamente 50 años de edad en las que se ha practicado raleo selectivo. Un área menor está ocupada por plantaciones más recientes de pinos elliotti y taeda (*Pinus elliottii* Engelm. y *P.taeda* L.) instaladas entre los años 1976 - 1981; el resto del predio presenta zonas de regeneración natural, surgidas luego de varios incendios ocurridos en períodos anteriores.

b. Unidades de muestreo

A pesar de que el principal objetivo del trabajo fue la confección de la Tabla Local de Volumen de Aserrío para pino marítimo, también se realizó el inventario de existencias totales de madera para esta especie. Por este motivo, el muestreo de terreno fue realizado en parcelas delimitadas previamente sobre foto aérea a escala 1:20.000, luego de efectuar una inspección preliminar del área.

Se realizó un muestreo piloto dirigido, sobre tres parcelas de 1/20 Há cada una, a los efectos de calcular el número mínimo de unidades definitivas, para un error de muestreo máximo admisible del diez por ciento.

En el muestreo definitivo se censaron en su totalidad ocho parcelas de 1/20 de Há cada una, de acuerdo a lo calculado previamente.

Dentro de las parcelas establecidas sistemáticamente, se realizó la medición de diámetros y alturas de todos los árboles vivos encontrados.

Las medidas obtenidas en terreno se distribuyeron en 14 clases diamétricas de dos centímetros de amplitud cada una, para un rango comprendido entre 20 y 46 cm.

Los diámetros se midieron con forcípula metálica a 1,30 m de altura del suelo, con una precisión de un centímetro.

Las alturas fueron determinadas con hipsómetros Merritt graduados para trozas de 3,30m de largo, y las mediciones fueron registradas como número de trozas aserrables por árbol, hasta un diámetro límite comercial estimado de aproximadamente 15 cm.

Por razones de orden práctico solamente se voltearon 5 árboles pertenecientes a las clases diamétricas de 20, 22, 24, 26 y 28 cm de DAP (diámetro a 1,30 m del suelo), en los cuales se realizaron mediciones de diámetros y espesores diametrales de corteza cada 3,30 m desde la base cortada del árbol a lo largo del fuste, hasta un diámetro superior sin corteza de 15 cm.

Los diámetros de los árboles apeados también se midieron con forcípula metálica y los espesores de corteza con medidor de corteza metálica, con precisión de un milímetro.

2. METODOS

La metodología utilizada en gabinete se desarrolló en base a los registros de 200 árboles medidos en terreno.

Con las mediciones de corteza de los árboles apeados, se establecieron porcentajes promedio de corteza para las distintas trozas comerciales, de las 14 clases diamétricas registradas en terreno. En base a los diámetros menores sin corteza calculados para las trozas, se procedió a construir una tabla de conicidad primaria, mediante ajuste gráfico de los promedios obtenidos en cada clase diamétrica.

Luego se calcularon los volúmenes de aserrío para cada troza, mediante la aplicación de la Regla Maderera Internacional 1/8' (para uso de sierra de cinta), cuya fórmula correspondiente es:

$$V = 0,22 d^2 - 0,71 d \quad (1)$$

Donde: V = volumen de aserrío en pies madereros (sin corteza)

d = diámetro menor sin corteza, de cada troza, en pulgadas.

Dado que esta regla funciona para trozas de cuatro pies de largo, se realizó previamente la adecuación de la misma, para trozas comerciales de 3,30 m de longitud, considerando una conicidad de media pulgada por cada cuatro pies de largo (tal como establece el supuesto de la Regla Maderera Internacional).

Para la aplicación de esta regla, se usaron los diámetros menores sin corteza, en pulgadas, obtenidos de la tabla de conicidad primaria.

Una vez calculados los volúmenes de aserrío de cada troza para los datos básicos de diámetro, se realizaron cuatro ajustes analíticos para la primera, segunda, tercera y cuarta troza respectivamente, empleando el modelo:

$$V = a DAP^b \quad (2)$$

Donde: V = volumen de aserrío por troza, en pies madereros

DAP=diámetro con corteza a 1,30 m del suelo, en centímetros (de cada árbol)

a y b=constantes de regresión del modelo.

Con los coeficientes calculados para cada troza comercial, se construyó la Tabla de Volumen de Aserrío final, extrapolándose los datos a clases diamétricas superiores, hasta un DAP máximo de 60 cm, ya que por las características del bosque medido, era factible encontrar árboles de esas dimensiones.

A pesar de que las clases diamétricas superiores a 50 cm, posiblemente presentaran árboles con más de cuatro trozas comercialmente aprovechables para aserrado, esto no fue tenido en cuenta en la extrapolación realizada, por carecerse de datos suficientes para hacer las regresiones correspondientes.

C. RESULTADOS

Los datos de terreno procesados en primera instancia, dieron como resultado un error de muestreo real del seis por ciento, valor sumamente satisfactorio en relación al límite máximo admisible fijado (diez por ciento).

Los datos obtenidos, se presentan en tablas construídas en forma convencional, y los valores calculados se expresan en el sistema métrico y el sistema inglés.

Para facilitar la lectura de los datos, los valores se presentan en dos formatos diferentes:

- Tabla Local de Volumen de Aserrío de doble entrada, indicando volumen de aserrío por troza comercial y por clase diamétrica, en pies madereros y metros cúbicos, y centímetros y pulgadas respectivamente (Tabla 1).
- Tabla Local de Volumen de Aserrío de una sola entrada, indicando volumen de aserrío acumulado por árbol, de acuerdo a la clase diamétrica correspondiente, también en las mismas unidades que en el caso anterior (Tabla 2).

Los resultados tabulados se acompañan con las gráficas correspondientes, que muestran las funciones de volumen ajustadas para las cuatro trozas, según la clase diamétrica de los árboles (Figura 1).

A continuación se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los ajustes realizados, correspondientes a las cuatro trozas comerciales, consideradas según las clases diamétricas.

Primera troza: $a = 0,0116$
 $b = 2,3349$
coeficiente de correlación $r = 0,9974$
error estándar de estimación $Es = 1,5843$

Segunda troza: $a = 0,0099$
 $b = 2,3113$
coeficiente de correlación $r = 0,9950$
error estándar de estimación $Es = 2,0942$

Tercera troza: $a = 0,04626$
 $b = 1,8033$
coeficiente de correlación $r = 0,9862$
error estándar de estimación $Es = 2,6395$

Cuarta troza: $a = 0,01742$
 $b = 1,9862$
coeficiente de correlación $r = 0,9876$
error estándar de estimación $Es = 1,2271$

Tabla 1.- Tabla de Volumen de Aserrío para Pino marítimo (*Pinus pinaster* Ait.)
 Volumen para trozas comerciales de 3,30 m de largo - Edad de los árboles: 50 años (rodal raleado selectivamente)
 Localidad: Salinas - Dpto. Canelones - Uruguay.

Clase D A P		Volumen de Aserrío para la troza indicada							
		Primera Troza		Segunda Troza		Tercera Troza		Cuarta Troza	
cm	pulgadas	p.m.	m ³	p.m.	m ³	p.m.	m ³	p.m.	m ³
20	7.87	12.65	0.0298	10.06	0.0237				
22	8.66	15.81	0.0373	12.54	0.0296				
24	9.45	19.37	0.0457	15.34	0.0362				
26	10.24	23.35	0.0551	18.45	0.0435				
28	11.02	27.76	0.0655	21.90	0.0517	18.83	0.0444		
30	11.81	32.61	0.0769	25.69	0.0606	21.33	0.0503	14.96	0.0353
32	12.60	37.92	0.0894	29.82	0.0703	23.96	0.0565	17.01	0.0401
34	13.39	43.68	0.1030	34.30	0.0809	26.73	0.0630	19.18	0.0452
36	14.17	49.92	0.1177	39.15	0.0923	29.63	0.0699	21.49	0.0507
38	14.96	56.64	0.1336	44.36	0.1046	32.66	0.0770	23.92	0.0564
40	15.75	63.84	0.1506	49.94	0.1178	35.83	0.0845	26.49	0.0625
42	16.54	71.55	0.1688	55.91	0.1319	39.12	0.0923	29.18	0.0688
44	17.32	79.75	0.1881	62.25	0.1468	42.54	0.1003	32.01	0.0755
46	18.11	88.48	0.2087	68.99	0.1627	46.10	0.1087	34.96	0.0825
48	18.90	97.72	0.2305	76.12	0.1795	49.77	0.1174	38.05	0.0897
50	19.69	107.49	0.2535	83.65	0.1973	53.57	0.1264	41.26	0.0973
52	20.47	117.80	0.2778	91.59	0.2160	57.50	0.1356	44.60	0.1052
54	21.26	128.65	0.3034	99.93	0.2357	61.55	0.1452	48.08	0.1134
56	22.05	140.06	0.3303	108.70	0.2564	65.72	0.1550	51.68	0.1219
58	22.83	152.01	0.3585	117.88	0.2780	70.02	0.1651	55.41	0.1307
60	23.62	164.54	0.3881	127.49	0.3007	74.43	0.1755	59.27	0.1398

Continúa

Continuación Tabla 1

Diámetro límite comercial s/c = 15 cm

Volumen de Aserrío esperado según Regla Maderera Internacional 1/8"

Ajuste analítico

$$V = a \text{ DAP}^b$$

{ V= volumen de aserrío en pies madereros

{ DAP: diámetro c/c a 1,30 mts. del suelo, en cm

Primera Troza: $a = 0,0116$ $b = 2,3349$
 coeficiente de correlación: 0,9974
 error estándar de estimación: 1,5843

Segunda Troza: $a = 0,0099$ $b = 2,3113$
 coeficiente de correlación: 0,9950
 error estándar de estimación: 2,0942

Tercera Troza: $a = 0,04626$ $b = 1,8033$
 coeficiente de correlación: 0,9682
 error estándar de estimación: 2,6395

Cuarta Troza: $a = 0,01742$ $b = 1,9862$
 coeficiente de correlación: 0,9876
 error estándar de estimación: 1,2271

p.m. = pies madereros m^3 = metros cúbicos

DAP = diámetro c/c a 1,30 m del suelo

Base de construcción de la tabla: 200 árboles

Los datos básicos aparecen dentro de los recuadros

Setiembre 1983

Tabla 2.- Tabla Local de Volumen de Aserrío para Pino marítimo
(*Pinus pinaster* Ait.)

Rendimiento esperado de volumen en piezas de aserrío para árboles individuales de 50 años de edad,
(Rodal con raleoselectivo).
Localidad: Salinas - Dpto. Canelones - Uruguay

Clase D A P		Volumen de Aserrío por árbol		No. de trozas comerciales por árbol
cm	pulgadas	p.m.	m ³	
20	7.87	22.71	0.0536	2
22	8.66	28.35	0.0669	
24	9.45	34.71	0.0819	
26	10.24	41.80	0.0986	
28	11.02	68.49	0.1616	
30	11.81	94.59	0.2231	3
32	12.60	108.71	0.2564	
34	13.39	123.89	0.2922	4
36	14.17	140.19	0.3306	
38	14.96	157.58	0.3717	
40	15.75	176.10	0.4154	
42	16.54	195.76	0.4618	
44	17.32	216.55	0.5107	
46	18.11	238.53	0.5626	
48	18.90	261.66	0.6171	
50	19.69	285.97	0.6745	
52	20.47	311.49	0.7436	
54	21.26	338.21	0.7977	
56	22.05	366.16	0.8636	
58	22.83	395.32	0.9324	
60	23.62	425.73	1.0041	

D A P = diámetro a 1,30 m del suelo, con corteza

cm = centímetros p.m. = pies madereros m³ = metros cúbicos

Se consideran trozas comerciales de 3,30 m de longitud

Diámetro límite comercial: 15 cm

Tabla obtenida a partir de la Tabla 1 por acumulación de valores para cada clase diamétrica indicada, según los rendimientos esperados para las trozas comerciales individuales.

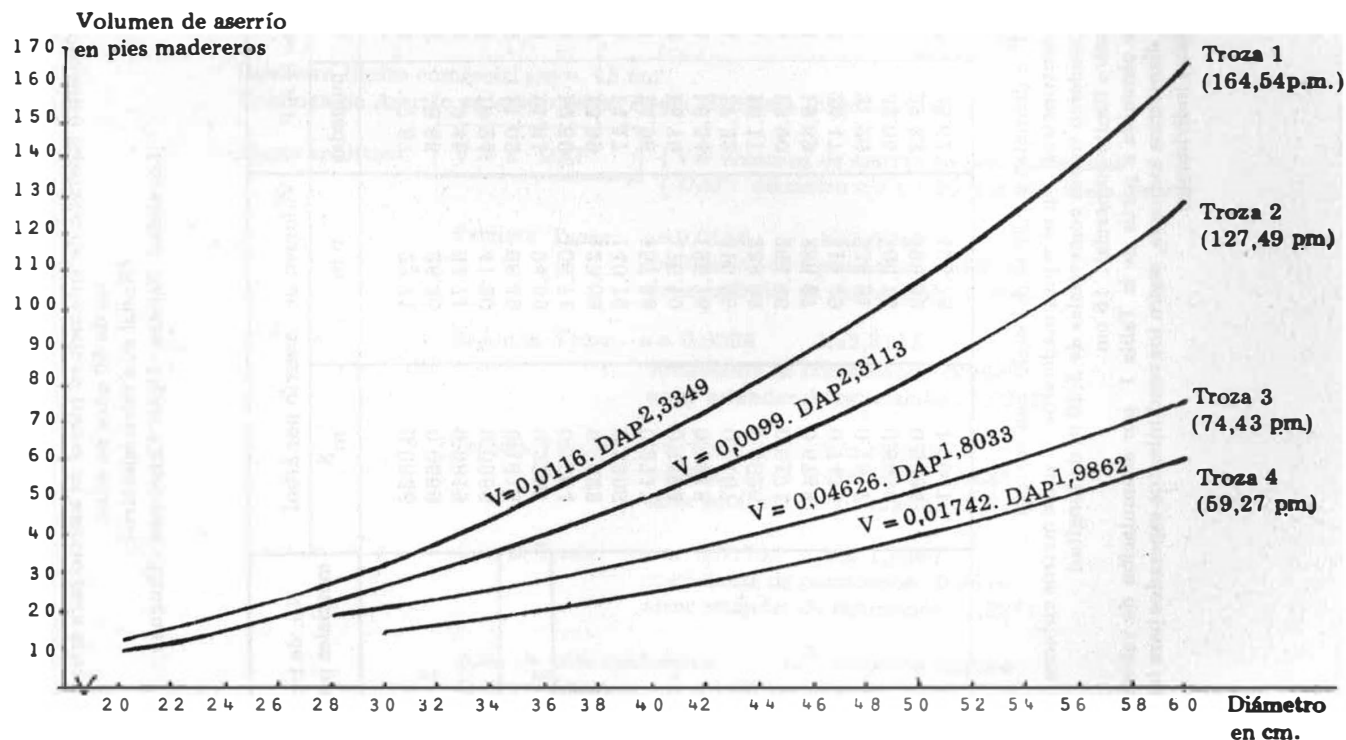


Fig. 1.- Rendimiento esperado de volumen en piezas de aserrío para trozas comerciales, en función del diámetro de los árboles

D. RESUMEN

Se presentan Tablas Locales de Volumen de Aserrió para ejemplares individuales de pino marítimo (*Pinus pinaster* Ait.) de 50 años de edad, de la Localidad de Salinas en el Departamento de Canelones (Uruguay).

Los datos provienen del registro de 200 árboles medidos en terreno, considerando trozas comerciales de 3,30 m de longitud y un diámetro límite comercial de 15 cm.

La metodología desarrollada se basa en la aplicación de la Regla Maderera Internacional 1/8" (para uso de sierra de cinta) y ajustes analíticos independientes para cada una de las trozas comerciales, mediante el modelo: $V = a \cdot DAP^b$ V representa el volumen de aserrió por troza, en pies madereros y DAP los diámetros con corteza de los árboles, medidos a 1,30 m del suelo, en centímetros; a y b corresponden a las constantes del modelo de regresión empleado.

Los resultados obtenidos se presentan en forma de Tabla Local de Volumen de doble entrada, indicando volumen de aserrió por troza y por categoría de diámetro, y Tabla de Volumen de Aserrió para árboles individuales (una entrada) indicando volumen por categoría de diámetro.

S U M M A R Y

Local Sawing Volume Tables for "pino marítimo" (*Pinus pinaster* Ait.) individual trees at the age of 50 years old, from Salinas, Canelones Department (Uruguay) are given.

Values belong to 200 tree measurements, for merchantable logs 3,30 m long and 15 cm top diameter. The methodology developed is based in The International Log Rule 1/8" (using band saw) and analytical adjustments for each merchantable log, with the equation: $V = a \text{ dbh}^b$. V represents the saw log volume in board feet, and dbh the outside bark trees diameter, taken at 1,30 m from the ground level, in centimeters; a and b are the regression coefficients.

Results are given through a Local Volume Table, that indicates saw volume/log/diameter class, and a Local Saw Volume Table for individual trees, that indicates volume/diameter class.

II. VOLUMEN ESTEREO PARA PINO MARITIMO. (*Pinus pinaster* Ait.)

*Arianna Sorrentino **

A. INTRODUCCION

Teniendo en cuenta lo expuesto en la Introducción de la parte I. de este Boletín, se ha considerado conveniente efectuar un análisis de los ejemplares de pino marítimo, cuyas dimensiones resultan menores a las exigidas comercialmente para fines de aserrado.

En este trabajo se realiza una estimación del rendimiento potencial de árboles individuales, expresado como volumen estéreo de los fustes, para trozas comerciales de dos metros de largo, con un diámetro límite comercial sin corteza de seis centímetros.

La utilidad de la tabla presentada, también es de carácter local y su uso queda restringido a rodales de pino marítimo de 12 a 14 años de edad, constituidos por ejemplares que por sus dimensiones pequeñas, sólo pueden ser destinados para otros usos, diferentes del aserrado.

B. MATERIALES Y METODOS

1. MATERIALES

a. Características generales del rodal

Este trabajo fue realizado en el mismo predio descrito en la parte I, donde se detallan los materiales utilizados en la construcción de la Tabla de Volumen de Aserrío para pino marítimo.

* Ing.Agr. Asistente de Dasometría, del Dpto. Forestal de la Facultad de Agronomía.

En este caso fueron analizados los sectores de pino marítimo ocupados por árboles más jóvenes, de aproximadamente 12 a 14 años de edad, y de dimensiones menores, replantados luego de los incendios ocurridos en períodos anteriores, y manejados con raleo selectivo escaso.

b. Unidades de muestreo

Dado que además de la construcción de la Tabla Local de Volumen Estéreo se realizó el inventario de existencias en los sectores citados, el muestreo se basó en la recolección de datos en 5 parcelas de 1/20 Há cada una. Dichas parcelas fueron fijadas en forma sistemática en base a un muestreo preliminar, con un error máximo admisible del diez por ciento.

En este caso las unidades de muestreo no fueron determinadas sobre foto aérea, por tratarse de plantaciones más recientes, que no aparecían en su totalidad en el material fotográfico disponible.

Dentro de las parcelas elegidas, se midieron diámetros y alturas de todos los árboles vivos encontrados.

Los datos obtenidos en terreno fueron registrados en diez clases diamétricas de dos centímetros de amplitud cada una, para un rango de 10 a 28 cm, medidos a 1,30 m del suelo (DAP o comúnmente "diámetro a la altura del pecho").

Las alturas comerciales se midieron con Clinómetro Blume - Leiss y fueron registradas como número de trozas comerciales de dos metros de longitud, hasta un diámetro tope sin corteza, de seis centímetros.

Se aparearon diez árboles (uno por clase diamétrica) sobre los cuales se realizaron mediciones de número de trozas comerciales de dos metros de largo, diámetro medio de cada troza, y espesores diametrales de corteza en el punto medio de cada troza utilizándose para ello, cintas, forcípula metálica (con precisión de medio centímetro) y medidores de corteza metálicos (con precisión de un milímetro).

2. METODOS

Los cálculos de volumen se basaron en las mediciones de diámetro y altura comercial de los 385 árboles encontrados en las cinco parcelas muestreadas.

Con los datos primarios de terreno, se construyó una planilla básica de promedios (Tabla 3), indicando número medio de trozas por árbol y diámetro medio del fuste, para cada una de las clases diamétricas establecidas.

El diámetro medio del fuste, fue determinado mediante ajuste gráfico de los diámetros medios de las trozas de los diez árboles apeados.

Para cada clase diamétrica se calculó el número de trozas por metro estéreo y los metros estéreos por árbol, para un coeficiente de apilamiento medio de $0,50 \text{ m}^3/\text{metro estéreo}$.

Las fórmulas usadas fueron las siguientes:

$$\text{no. trozas/metro estéreo} = \frac{0,50}{\text{Vol. medio por troza}} \quad (1)$$

$$\text{Volumen medio de una troza} = 1,5708 \cdot d^2 \quad (2)$$

Donde Volumen medio de una troza, expresado en metros cúbicos (m^3)

d = diámetro medio del fuste en metros

$$\text{Metros estéreos por árbol} = \frac{\text{no. trozas por árbol}}{\text{no. trozas por m.e.}} \quad (3)$$

m.e. = metro estéreo

En base a los valores obtenidos a partir de la fórmula (3)

se realizó un ajuste analítico del tipo:

$$V = a \text{ DAP}^b \quad (4)$$

Donde: V = volumen comercial de un árbol, en metros estéreos
 DAP = diámetro real medio por clase diamétrica a 1,30 m del suelo, en centímetros
 a y b = constantes de regresión del modelo

Con las constantes de regresión obtenidas, se calculó el volumen estéreo por árbol, de acuerdo a la marca de clase de diámetro correspondiente.

Luego se calculó el coeficiente de correlación del ajuste y el error estándar de estimación de los datos obtenidos analíticamente.

C. RESULTADOS

En el muestreo definitivo realizado en terreno, se obtuvo un error del 9,6 % , valor aceptable dado el límite máximo admisible, fijado en un 10 %.

Los resultados obtenidos se presentan en forma de tabla de una entrada y expresan el volumen de un árbol individual en metros estéreos, en función de la categoría de diámetro en centímetros (Tabla 4).

El ajuste dio como resultado los siguientes coeficientes:

$a = 0.00002$

$b = 3,2235$

El coeficiente de correlación resultó 0,9560 y el error estándar de estimación de la tabla final 0,0829.

La tabla final se acompaña de una gráfica que indica el comportamiento del volumen individual de un árbol en función de las categorías de diámetro (Fig. 2).

Tabla 3.- Planilla básica de promedios

Clase DAP (cm)	DAP real (cm) al 1/10	$\bar{n}$ trozas por árbol	ϕ medio del fuste (cm)
10	9,8	1	7,4
12	11,1	3	8,4
14	14,0	5	10,4
16	16,2	6	11,6
18	18,0	5	12,8
20	20,0	6	14,0
22	22,0	8	15,2
24	24,0	6	15,8
26	26,0	7	16,9
28	28,0	9	18,3

D A P = diámetro medido a una altura de 1,30 m desde el suelo ("diámetro a la altura del pecho")

DAP real al 1/10: "diámetro a la altura del pecho" como promedio de datos reales/clase DAP, con precisión de 1 mm.

$\bar{n}$ trozas por árbol: número medio de trozas de 2 m de longitud, por árbol, hasta un diámetro tope de 6 cm (sin corteza).

ϕ medio del fuste: diámetro medio del fuste, obtenido mediante ajuste gráfico de promedios de los diámetros medios de cada troza.

Tabla 4.- Tabla Local de Volumen Estéreo para Pino marítimo
(*Pinus pinaster* Ait.)

Volumen estéreo para árboles individuales de 12 a 14 años
de edad, en rodales replantados luego de incendios

(Manejo: raleo selectivo escaso)

Localidad: Salinas - Dpto. Canelones - Uruguay

Clase DAP (cm)	Metros Estéreos por árbol	número de árboles - base
10	0,0335	30
12	0,0602	37
14	0,0990	68
16	0,1522	63
18	0,2225	54
20	0,3125	39
22	0,4249	25
24	0,5625	18
26	0,7281	39
28	0,9246	12

Base de construcción de la tabla: 385 árboles

Para trozas comerciales de 2 m de longitud y diámetro
límite de 6 cm.

Ajuste analítico:

$$V = a \text{ DAP}^b$$

V = volumen estéreo por árbol
en metros estéreos
 $\left\{ \begin{array}{l} \text{DAP} = \text{diámetro a 1,30 m del} \\ \text{suelo, en centímetros} \end{array} \right.$

$$a = 0,00002$$

$$b = 3,2235$$

$$\text{coeficiente de correlación: } r = 0,9560$$

error estándar de estimación

de la tabla:

$$Es = 0,0829$$

Setiembre 1983.

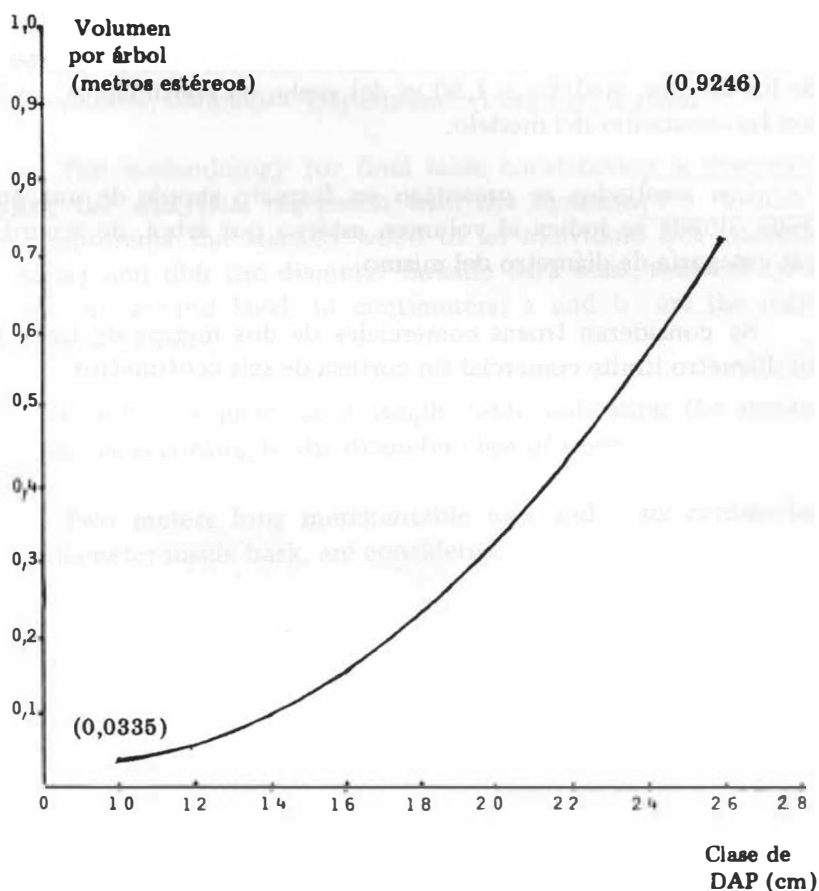


Fig. 2.- Volumen estéreo para árboles individuales en función del diámetro

D. RESUMEN

Se presenta una Tabla Local de Volumen Estéreo individual, para ejemplares de pino marítimo (*Pinus pinaster* Ait.) de 12 a 14 años de edad, de la Localidad de Salinas, en el Departamento de Canelones (Uruguay).

Se describe la metodología de trabajo empleada en la construcción de la tabla final, mediante ajuste analítico del tipo $V = a DAP^b$. V representa el volumen estéreo de un árbol individual (en metros estéreos) y DAP la categoría de diámetro con corteza de los árboles medidos a 1,30 m del suelo, en centímetros; a y b son las constantes del modelo.

Los resultados se presentan en formato simple de una entrada, donde se indica el volumen estéreo por árbol, de acuerdo a la categoría de diámetro del mismo.

Se consideran trozas comerciales de dos metros de largo y un diámetro límite comercial sin corteza de seis centímetros.

S U M M A R Y

A Local Stacked Timber Table for "pino marítimo" (*Pinus pinaster* Ait.) individual trees at the age of 12 - 14 years old, from Salinas, Canelones Department (Uruguay) is given.

The methodology for final table construction is described, using the analytical regression with the equation $V = a \text{ dbh}^b$. V represents the stacked wood of an individual tree (stereum meters) and dbh the diameter outside bark class, taken at 1,30m from the ground level, in centimeters; a and b are the regression coefficients.

Results are given as a simple table indicating the stacked wood/tree according to the diameter class of trees.

Two meters long merchantable logs and six centimeters top diameter inside bark, are considered.

III. VOLUMEN ASERRABLE PARA PINOS ELLIOTTII Y TAEDA (*Pinus elliottii* Engelm. y *P. taeda* L.) *

Arianna Sorrentino **

A. INTRODUCCION

La madera proveniente de las especies de pinos elliotti y taeda (*Pinus elliottii* Engelm. y *P. taeda* L.), conocidas comercialmente con el nombre de "pinos tea", a pesar de poseer características tecnológicas diferentes, a menudo se utiliza en forma indistinta en el mercado de nuestro país.

Un alto porcentaje de la producción actual del aserradero de Industrias Forestales S.A. (DYOYA S.A) está basado en la utilización indiferenciada de ambas especies, para la obtención de piezas de carpintería, mobiliario y carpintería de obra blanca en general (marcos de puertas y ventanas, etc.).

La materia prima utilizada en estos casos, procede de plantaciones de la misma empresa, ubicadas en el Departamento de San José, donde existen en la actualidad gran cantidad de rodales mixtos, constituídos por ambas especies.

Visto que la producción de este aserradero resulta relevante en el mercado nacional actual, se ha considerado de gran utilidad la elaboración de una tabla local de volumen para rodales mixtos, en base a la medición de árboles individuales que poseen características del fuste deseables, de acuerdo al destino general de su madera.

* Trabajo de campo realizado con la colaboración del Ing.Agr. Fernando Martínez Ferreira.

** Ing.Agr. Asistente de Dasometría, del Dpto. Forestal de la Facultad de Agronomía.

Sin embargo, es preciso destacar que las tablas que se presentan en este trabajo, son de uso restringido y de carácter estrictamente local, resultando de utilidad únicamente para aquellos aserraderos que trabajen en condiciones análogas a las descritas en los párrafos anteriores.

B. MATERIALES Y METODOS

1. MATERIALES

a. Ubicación geográfica de los rodales

Este trabajo fue realizado en rodales mixtos intervenidos¹ de pinos *elliottii* y *taeda*, de aproximadamente 24 años de edad, ubicados en la Localidad de Puerto Arazatí (Seccional Rincón del Pino) del Departamento de San José (Uruguay).

Los suelos predominantes de la zona son arenosos y pobres, con un horizonte de arcilla a poca profundidad, y presentan áreas ocupadas por bañados o que resultan inundables una gran parte del año.

b. Toma de datos en terreno

Los datos necesarios para la construcción de la Tabla de Volumen, fueron obtenidos a partir de registros tomados sobre 272 árboles. Se midieron circunferencias a 1,30 m del suelo, con cintas comunes de distancias y con una precisión de un milímetro.

Los datos obtenidos fueron transformados a sus equivalentes en diámetro (D A P) y registrados en 12 clases diamétricas de dos centímetros de amplitud cada una, para un rango entre 16 y 38 cm.

1. Los rodales fueron manejados mediante raleos selectivo y sistemático.

Las alturas comerciales, medidas con una precisión de medio metro, fueron determinadas con Clisímetro de Blume-Leiss, Clinómetro de Suunto y Relascopio de Bitterlich, en base a un diámetro tope de 15 cm, establecido en forma estimada sobre los árboles en pie y corroborado posteriormente sobre los árboles apeados. Los espesores diametrales de corteza fueron obtenidos en base a dos medidas diametralmente opuestas a la altura del D A P, realizadas en un número variable de uno a tres árboles por clase diamétrica. Para su determinación se utilizaron medidores de corteza metálicos, con una precisión de 1 mm.

Sobre tres árboles apeados, pertenecientes a las clases diamétricas de 22 y 26 cm, se tomaron mediciones cada metro de diámetro y espesor de corteza y se determinó la longitud comercial de los fustes, hasta un diámetro límite de 15 cm.

2. METODOS

Para el cálculo básico de los volúmenes se usó un factor de forma promedio de 0,775 determinado en base a las mediciones de los tres árboles apeados, según la fórmula:

$$\text{factor de forma} = \frac{\text{Volumen real}}{\text{Volumen aparente}} \quad (1)$$

El *volumen real* fue calculado mediante la fórmula acumulada de Smalian, de acuerdo a la expresión:

$$V_r = \frac{\pi}{8} \left(d_o^2 + 2 \sum_{i=1}^{i=hc-1} d_i^2 + d_n^2 \right) \quad (2)$$

Donde: V_r = volumen real sin corteza, en metros cúbicos
 d_o = diámetro en la base del fuste, sin corteza, en metros
 d_i = diámetros del fuste intermedios entre la base y el tope, sin corteza, en metros.
 para $1m \leq i \leq (h_c - 1m)$
 h_c = altura comercial en metros
 d_n = diámetro tope comercial sin corteza, en metros

El *volumen aparente* fue calculado en base al D A P sin corteza y la altura comercial de los árboles apeados, según la fórmula:

$$V_a = \frac{\pi}{4} \cdot (DAP \text{ s/c})^2 \cdot h_c \quad (3)$$

Donde: V_a = Volumen aparente sin corteza en metros cúbicos
 $DAPs/c$ = diámetro sin corteza a 1,30 m del suelo, en metros
 h_c = altura comercial en metros

El cálculo primario de los volúmenes reales por árbol, fue realizado mediante la fórmula:

$$V_{r_i} = \frac{\pi}{4} \cdot (DAPs/c_i)^2 \cdot h_{c_i} \cdot \bar{f} \quad (4)$$

Donde: V_{r_i} = volumen real sin corteza por árbol, en metros cúbicos
 $DAPs/c_i$ = diámetro real sin corteza, en metros, medido a 1,30 m del suelo (para cada uno de los 272 árboles)
 h_{c_i} = altura comercial en metros, correspondiente a la clase diamétrica.

f = factor de forma comercial promedio, obtenido como promedio de los factores de forma de los tres árboles apeados, calculados a través de la fórmula (1).

Con los datos de volúmenes primarios por árbol, obtenidos mediante la aplicación de la fórmula (4), y los diámetros reales sin corteza de los árboles, se realizó un ajuste analítico del tipo:

$$V = a + b \text{ DAP}^2 \quad (5)$$

Donde: V = Volumen aserrable potencial en metros cúbicos, descontando la corteza

DAP = Diámetro a 1,30 m del suelo con corteza, en metros

a y b = constantes de regresión del modelo

Los valores finales que aparecen en la Tabla de volumen por árbol, fueron obtenidos mediante el ajuste indicado en el punto (5), utilizando el DAP marca de clase de cada categoría diamétrica.

Las clases diamétricas inferiores a 16 cm encontradas en ambos rodales, no fueron incluidas en la construcción de la tabla pues dada la conicidad de los fustes y el diámetro límite comercial establecido, no alcanzaban a presentar trozas comerciales cuyo diámetro menor fuera como mínimo 15 cm.

C. RESULTADOS

Realizada la regresión correspondiente, los coeficientes calculados para la función resultaron:

$$\begin{aligned} a &= 0,0891 \\ b &= 7,6852 \end{aligned}$$

La calidad del ajuste resultó altamente aceptable ya que el coeficiente de correlación de la regresión obtenido fue de 0,9964 y el error estándar de estimación de la tabla 0,0309.

Tabla 5.- Volumen Aserrable para *Pinus taeda* L. y *Pinus elliottii* Engelm.

Volumen aserrable potencial (sin corteza) para
árboles individuales, de 24 años de edad. (Manejo del
rodal: raleos selectivo y sistemático)
Localidad/Puerto Arazatí - Departamento: Canelones
URUGUAY - Setiembre 1983

Clase D.A.P. (cm)	Volumen ase- rrable por ár- bol (m ³)	Altura prome- dio (m)	No. base de arboles
16	0,1076	10,0	5
18	0,1599	12,0	17
20	0,2183	12,5	23
22	0,2829		35
24	0,3536		35
26	0,4304	13,0	36
28	0,5134		35
30	0,6026		31
32	0,6979	13,5	22
34	0,7993	14,0	13
36	0,9069		17
38	1,0206	15,0	3
40	1,1405		..
42	1,2666		..
44	1,3988		..
46	1,5371		..

D.A.P = diámetro a 1,30 m del suelo, con corteza, en centímetros
m³ = metros cúbicos m = metros cm = centímetros

Diámetro límite comercial con corteza: 15 cm

No se incluye tocón. Altura de corte promedio: 30 cm.

Base de construcción de la Tabla: 272 árboles.

Ajuste analítico:

$$V = a + b \text{ DAP}^2$$

$$a = - 0,0891$$

$$b = 7,6852$$

coeficiente de correlación: 0,9964

error estándar de estimación de la tabla: 0.0309

{ V = Volumen potencialmente ase-
rrable (sin corteza) en m³.
D A P = diámetro a 1,30 m del
suelo, con corteza en m

Se indican con recuadros los datos correspondientes a los árboles-base.

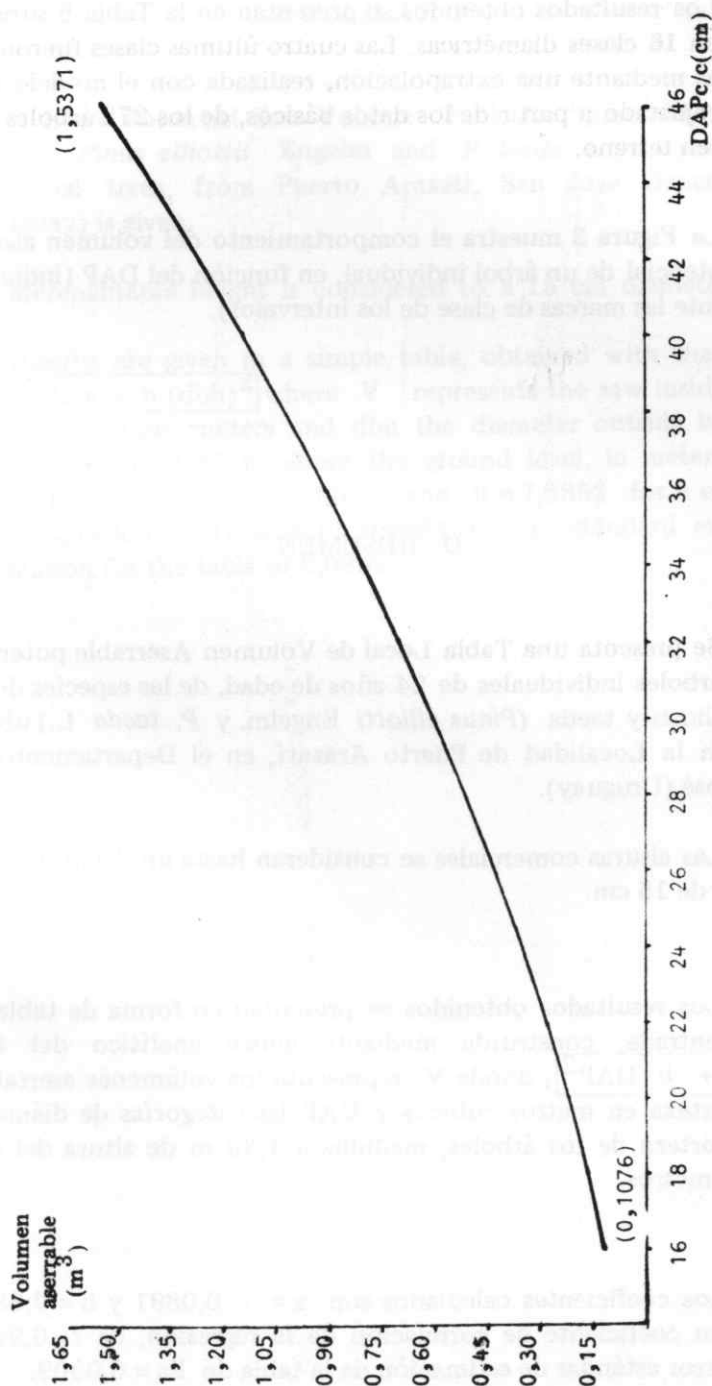


Fig. 3.- Comportamiento del volumen aserrable potencial de árboles individuales, en función del diámetro.

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 5 subdividida en 16 clases diamétricas. Las cuatro últimas clases fueron obtenidas mediante una extrapolación, realizada con el modelo analítico ajustado a partir de los datos básicos, de los 272 árboles medidos en terreno.

La Figura 3 muestra el comportamiento del volumen aserrable potencial de un árbol individual, en función del DAP (indicado mediante las marcas de clase de los intervalos).

D. RESUMEN

Se presenta una Tabla Local de Volumen Aserrable potencial, para árboles individuales de 24 años de edad, de las especies de pinos *elliotti* y *taeda* (*Pinus elliotti* Engelm. y *P. taeda* L.) ubicados en la Localidad de Puerto Arazatí, en el Departamento de San José (Uruguay).

Las alturas comerciales se consideran hasta un diámetro tope límite de 15 cm.

Los resultados obtenidos se presentan en forma de tabla de una entrada, construida mediante ajuste analítico del tipo $V = a + b \text{ DAP}^2$, donde V representa los volúmenes aserrables sin corteza en metros cúbicos y DAP las categorías de diámetro con corteza de los árboles, medidos a 1,30 m de altura del suelo, en metros.

Los coeficientes calculados son: $a = - 0,0891$ y $b = 7,6852$ para un coeficiente de correlación de la regresión, de $r = 0,9964$ y un error estándar de estimación de la tabla de $Es = 0,0309$.

S U M M A R Y

A Local Potential Saw Volume Table for "pino elliottii and taeda" (*Pinus elliottii* Engelm and *P. taeda* L.) 24 years old individual trees, from Puerto Arazati, San José Department (Uruguay) is given.

Merchantable height is considered to a 15 cm diameter top.

Results are given in a simple table, obtained with the equation $V = a + b (dbh)^2$ where V represents the saw inside bark volume in cubic meters and dbh the diameter outside bark of trees, taken as 1,30 m above the ground level, in meters. The coefficients are: $a = - 0,0891$ and $b = 7,6852$ for a correlation regression coefficient of 0,9964 and a standard error of estimation for the table of 0,0309.

IV. RESUMEN GENERAL

Se presentan cuatro Tablas Locales de Volumen comercial para Uruguay, de las especies de pinos, marítimo (*Pinus pinaster* Ait), elliotti (*P. elliottii* Engelm.) y taeda (*P. taeda* L.).

Se describe la metodología de construcción de las tablas finales, usando modelos analíticos de regresión, para obtener el volumen de los árboles en función de las categorías de diámetro de los mismos.

GENERAL SUMMARY

Four Local Volume Tables for "pino marítimo" (*Pinus pinaster* Ait.), "elliotti" (*P. elliottii* Engelm.) and "taeda" (*P. taeda* L.) from Uruguay, are given.

It is described the methodology of final tables construction using analytical equations for volume, according to the diameters classes of trees.

B I B L I O G R A F I A

1. AVERY. T.E. Forest measurements. New York, Mc Graw-Hill, 1967. 290p.
2. BONILLA, J.A. y BOTTAZZI, J.A. Primera contribución dasométrica; evaluación de los rendimientos del pino marítimo en la zona de Carrasco. Universidad de la República (Uruguay) Facultad de Agronomía. Boletín del Departamento Forestal No. 9. 1964. pp.1-20.
3. BRUCE, D. and SCHUMACHER, F. X. Forest mensuration. New York, Mc Graw-Hill, 1950. 483p.
4. CHAPMAN, H. and MEYER, W.H. Forest mensuration. New York, Mc. Graw-Hill, 1949. 522p.
5. HUSCH, B. Forest mensuration and statistics. New York, Ronald Press, 1963. 474p.
6. LAFFITTE, J.C. , MEZZOTTONI, C. y BONILLA, J.A. Segunda contribución dasométrica; tablas de volumen standard de pino marítimo. Universidad de la República (Uruguay) Facultad de Agronomía. Boletín del Departamento Forestal No. 10. 1964. pp.1-9.