

**boletín**  
**del**  
**departamento**  
**forestal**

## TABLAS DE VOLUMENES COMERCIALES DE PINO MARITIMO. (Pinus pinaster Ait.)

por: JOSE A. BONILLA (\*)  
PABLO ROSS (\*\*)  
MARTIN B. BUXEDAS (\*\*\*)

### RESUMEN.

Se presentan dos tablas locales de volúmenes, en Pino marítimo, para la zona de Carrasco, para madera aserrable y madera para pulpa, con corteza, expresadas en metros cúbicos, a partir del método de las curvas armonizadas.

### ANTECEDENTES

Solamente se conoce la publicación de dos tablas de volúmenes en el Uruguay.- La primera, construída por BONILLA y BOTTAZZI (1), local y provisoria, para la zona de Carrasco, realizada a partir del método de las curvas armonizadas, la cual ofrece el volumen total en metros cúbicos a partir de los diámetros, entre las clases diamétricas 18 y 70. La segunda, LAFFITTE, MEZZOTTONI y BONILLA (9), fue realizada a partir de diámetro y altura siendo construída por el método de los cuadrados mínimos, ofreciendo volumen total comercial en metros cúbicos, a través de la ecuación:

$$\lg. V = \lg. 0,00012568 + 2.2944. \lg D + 0,249 \lg. H$$

### OBJETIVOS

En el Departamento Forestal existen datos disponibles acerca de la ubicación de más de 800 árboles de PINUS PINASTER AIT. (pino marítimo) con medidas de sus diámetros a intervalos de 1 m. A partir de ellos, se construyó la tabla citada anteriormente (9).

El objetivo del presente trabajo consiste en construir dos tablas locales de volumen en base a dichos datos, una para volumen aserrable (con corteza) y otra conteniendo volumen para pulpa (con corteza).

- (\*) Ayudante de la Cátedra de Tecnología Forestal y Explotación de Bosques.
- (\*\*) Ayudante de la Cátedra de Silvicultura Especial.
- (\*\*\*) Estudiante de la Orientación Forestal (5º Año).

Este trabajo fue presentado para su publicación en fecha 11 de noviembre de 1965.

## DESCRIPCION DEL SITIO

La totalidad de los árboles fueron apeados en el Parque Nacional Franklin D. Roosevelt se encuentra ubicado en la 7a. Sección del Departamento de Canelones, en el Km.17 de la carretera Interbalnearia que une Montevideo con Punta del Este.- El suelo es muy arenoso, con ondulaciones leves, aún cuando pueden encontrarse médanos de hasta 10 mts de altura principalmente en la costa. Las plantaciones se comenzaron el año 1916, diseñándose amplias avenidas y caminos laterales y de circunvalación, lo que limitan rodales nunca mayores de 10 Hás. Los rodales son generalmente puros predominando aquellos en los que se ha plantado pino marítimo y en segundo lugar EUCALIPTUS y ACACIA -- LONGIFOLIA. De acuerdo a BONILLA y BOTAZZI (1), hay una regeneración natural importante de pino marítimo, la que en promedio, asciende a la cantidad de 12 plántulas por m<sup>2</sup> aún cuando de tamaño generalmente reducido: 6 - 7 cm. de altura y en algunos lugares aislados hasta 15 cm.

El perfil del suelo promedio para este mismo bosque ha sido descrito por BONILLA y BOTTAZZI (1) así:

S uelo de textura arenosa, con una estructura a grano fino, encontrándose raíces profundas hasta 80 cm., generalmente, y más abajo solamente pequeñas raicillas.

Horizonte A<sub>0</sub>: Está formado por acículas y fructificaciones de Pino marítimo, como asimismo por ramas finas. Su espesor es comúnmente de 2 a 3 cm. También se encuentran micelios micorrízicos.

Horizonte A<sub>0</sub>: Mide 0,2 - 0,5 cm.

Horizonte A<sub>1.1</sub>: Es el horizonte mineral, mostrando inclusión de materia orgánica.- Espesor de 2 a 4 cm. Color 10 YR 5/1.

Horizonte A<sub>1.2</sub>: Es el horizonte mineral compuesto de arena casi pura. Carece de Horizontes de carbonatos y presenta moteaduras rojizas desde los 35 a los 70 cm. de profundidad. Color 10 YR 6/3.

Este horizonte está caracterizado por las siguientes determinaciones:

Arena: 97,7 %; Arcilla: 1,2 %; Limo: 1,1 %; Humus: 0,54 %; pH en agua: 5,3; pH en - Cl K: 4,2; Arena gruesa (mayor de 0,5 mm.) 29%. (Los valores enjmerados representan el promedio de 10 muestras).

La composición y frecuencia de la vegetación es variable de rodal en rodal, pero se nota una clara predominancia de TARAXACUM OFFICINALE ("diente de león"), siguiéndole - en orden de importancia: BACCHARIS TRIMERA ("carqueja"); ERIGERON BONARIENSIS ("yerba carnífera"); PANICUM DEMISSUS y diversos musgos. También se registra la presencia de - otras especies, como ser: SONCHUS OLERACEUS ("cerraja"); ERYNGIUM PANICULATUM ("cara--guatá"); HYDRJCOTYLE BONARIENSIS ("redondito de agua"); CYPERUS ROTUNDUS ("pasto bolita"); PLANTAGO OFFICINALIS; ANDROPOGON CONDENSATUM ("pasto colorado"); SENECIO SELLO--WII; ACHYROCLINE SATUREOIDES ("marcela hembra"); PANICUM HIANIS, etc.

Según datos del observatorio del Prado (4), la zona puede definirse climatológica-- mente en relación con los siguientes valores: Precipitación: 1.011 mm. anuales; Temperatura media anual: 16,8° C; Temperatura máxima absoluta: 43,2° C; Temperatura máxima

media: 24,2º C; Temperatura mínima absoluta: - 3,9º C; Temperatura mínima media: 10,5º C.

## METODOLOGIA DE TRABAJO

Como ya ha sido expresado, los árboles han sido medidos en una sola localidad, - por lo cual se consideró como más correcta la realización de tablas de volúmenes locales, basadas solamente en las relaciones existentes entre el diámetro y el volumen siendo aplicables los resultados obtenidos a las alturas promedio presentadas en los datos experimentales.

Normalmente estas tablas se construyen con una cantidad de árboles no mayor de 100 (pudiendo llegar a trabajar con sólo 25-30 árboles si la distribución diamétrica es correcta), por lo que al trabajar sobre una base de 816 y 615 árboles, para pulpa y madera aserrable, respectivamente, se obtiene una representatividad indudablemente amplia. Las cantidades citadas no incluyen los árboles de características indeseables.

### A) Procedimiento de cubicación.

1) Se adoptan los siguientes valores como standard:

- Diámetro mínimo para la madera aserrable y máximo para pulpa 20,0 cm.
- Diámetro mínimo para pulpa: 10.0 cm.
- Intervalo de las clases diamétricas: 2,0 cm.

2) Cada árbol es dividido en tres secciones:

- a) Desde el tocón a los 20 cm., siempre que la troza tuviese 3 m. de largo como mínimo (madera aserrable).
- b) Desde los 20 a los 10 cm. y las trozas de diámetro superior a 20 cm. siempre que no sean mayores de 3 m. de largo (madera para pulpa).
- c) el resto (madera residual).

Se calculan los volúmenes para las secciones (a) y (b), los cuales constituyen el material con el cual se construyen las tablas.

3) El cálculo de volumen se efectúa, utilizando la fórmula de Huber:

$V = \sum Bi.Li.$ , siendo  $Bi$  el área transversal en la mitad de cada troza; y  $Li$  el largo de la misma. A los efectos de simplificar los cálculos, se toman las medidas diamétricas a partir del metro 1 y cada dos metros, o sea que se toman los diámetros en los puntos situados a 1m., 3m., 5m., etc. desde la base, por lo que la fórmula original queda transformada en la fórmula de uso, siguiente:

$$V = 2. \sum Bi.$$

- 4) En casi todos los casos, el extremo del último intervalo de la primera sección no coincide exactamente con el diámetro tope de 20 cm. En ese caso, la troza dudosa será considerada como madera aserrable si su diámetro medio resulta superior a los 20 cm. De lo contrario será considerada como madera para pulpa.- El mismo criterio se usa para discriminar en el diámetro tope de 10 cm. entre la madera para pulpa y la residual.
- 5) Se suman para cada árbol los volúmenes parciales de las trozas, separadamente para madera aserrada y para pulpa, agrupándose los valores obtenidos según los cuadros que se presentan a continuación.

Cuadro Nº 1

MADERA ASERRABLE

CLASES DIAMETRICAS (cm.)	Nº DE ARBOLES	D.A.P. PROMEDIO (cm)	ALTURA COMERCIAL (m.)	VOLUMEN PROMEDIO (m3.)
22	4	22,3	16,50	0,149
24	65	23,8	16,36	0,176
26	85	25,7	16,89	0,226
28	117	27,5	17,47	0,316
30	95	29,7	18,55	0,427
32	80	31,6	18,87	0,528
34	47	33,6	19,87	0,689
36	41	35,7	20,10	0,831
38	31	37,5	20,10	0,831
40	11	39,8	21,64	1,120
42	11	41,8	20,36	1,273
44	8	43,9	23,00	1,578
46	9	45,5	23,11	1,574
48	4	47,9	23,00	1,860
50	7	50,0	24,29	2,225
PROMEDIO PONDERADO	-	30,5	18,48	0,535
TOTAL	615			

Cuadro N° 2  
MADERA PARA PULPA

CLASE DIAMETRICA (cm.)	Nº de ARBORES	D.A.P. PROMEDIO (cm.)	ALTURA COMERCIAL PROMEDIO (m)	VOLUMEN PROMEDIO (m. 3)
14	3	13,7	4,00	0,04
16	18	15,8	6,33	0,083
18	26	17,8	8,46	0,131
20	43	19,7	11,39	0,203
22	64	21,8	13,71	0,271
24	108	23,7	15,39	0,252
26	92	25,7	16,76	0,218
28	118	27,5	17,49	0,202
30	95	29,7	18,55	0,183
32	30	31,6	18,87	0,167
34	47	33,6	19,87	0,141
36	41	35,7	20,10	0,124
38	31	37,5	19,55	0,122
40	11	39,3	21,64	0,106
42	11	41,8	20,36	0,089
44	8	43,9	23,00	0,079
46	9	45,5	23,11	0,071
48	4	47,9	23,00	0,068
50	7	50,0	24,29	0,065
PROMEDIO PONDERADO		28,1	16,83	0,187
TOTAL	816			

## Procedimiento de construcción de las tablas de volúmenes.

El problema de la construcción de una tabla de volúmenes, es fundamentalmente estadístico, dado que el volumen como variable dependiente es estimado a partir de una variable independiente: el diámetro. Un método de construcción adecuado debe reunir ciertas condiciones indispensables: simplicidad, seguridad y objetividad. Debe ser SIMPLE a los efectos de poder realizarse sin amplios conocimientos matemáticos; SEGURO mediante la utilización de un número suficiente de árboles; OBJETIVO aún cuando la objetividad nunca puede ser alcanzada en un 100%, dado que en el método, de las curvas armonizadas, por ejemplo, se introduce cierta subjetividad en el ajuste manual de la curva, cuando ello es altamente reducido por el chequeo y el reajuste de la misma, mientras que en el método de los cuadros mínimos, la subjetividad proviene de la elección de la ecuación a utilizarse. Teniendo en cuenta todos estos elementos, se ha decidido utilizar el método de las curvas armonizadas, el cual en las condiciones del presente trabajo, reúne en grado conveniente las características antes mencionadas. La metodología ha sido tomada de CHAPMAN and MEYER (5), exponiéndose a continuación en sus rasgos generales:

- (1) Se trabaja en base a los datos contenidos en los cuadros Nros. 1 y 2.
- (2) En papel milimetrado se anota el DAP en el eje de las abscisas, en cms., y el volumen en metros cúbicos en el eje vertical (ordenadas).- O sea, que el volumen es la variable dependiente y el diámetro la independiente.
- (3) El volumen promedio de los árboles de cada clase diámetrica es ubicado sobre el diámetro exacto promedio. Dado que el volumen es proporcional al área basal y al diámetro al cuadrado, y la escala de las abscisas está basada en diámetro, debe esperarse que los volúmenes promedios se ubiquen sobre una curva y no sobre una recta.
- (4) En base a los puntos señalados en el papel, se dibuja una curva tentativa ponderando su posición de acuerdo al número relativo de árboles de cada clase, pero conservando para la curva total la forma indicada por la relación general de volumen a diámetro.
- (5) Trazada la curva experimental, corresponde determinar las correcciones de su ubicación, la cual se realiza obteniendo el valor de la desviación volumétrica promedio por árbol =  $\sum (d_i \cdot n_i) / n$ ; donde  $d_i$  es la diferencia de cada promedio diámetrico entre el valor real y el estimado por la curva (expresado en m3.);  $n_i$  es el número de árboles en la clase diámetrica y  $n$  el número total de árboles. Esta operación se hace dividiendo la curva en dos partes, superior e inferior, realizándose los cálculos por separado para cada una de ellas.
- (6) Obtenido el valor de desviación de cada árbol su valor indica el grado en que debe realizarse la corrección de la curva. Si el valor es cercano a cero, no necesita corrección. En caso contrario se traza una nueva curva (balanceada) de acuerdo al valor de la desviación. La nueva curva es reajustable hasta que la desviación se acerque a cero.

- (7) En base a los datos analizados, se obtienen las curvas presentadas en las gráficas 1 y 2, de las cuales se derivan las tablas de volúmenes (para madera aserrable y para pulpa), presentadas en los cuadros 3 y 4.

Cuadro N° 3

TABLA DE VOLUMENES LOCAL DE PINO MARITIMO

(Madera Aserrable)

CLASE DIAMETRICA (cm.)	VOLUMEN ASERRABLE (m3.)	ALTURA COMERCIAL (m.)
22	0,140	16,5
24	0,180	16,4
26	0,245	16,9
28	0,335	17,5
30	0,435	18,5
32	0,550	18,9
34	0,675	19,9
36	0,810	20,1
38	0,965	19,5
40	1,130	21,6
42	1,325	20,4
44	1,530	23,0
46	1,750	23,1
48	1,970	23,0
50	2,200	24,3

## Cuadro N° 4

## TABLA DE VOLUMENES LOCAL DE PINO MARITIMO

## Madera para pulpa

CLASE DIAMETRICA (cm.)	VOLUMEN PARA PULPA (m3.)	ALTURA COMERCIAL (m.)
14	0,052	4,0
16	0,090	6,3
18	0,140	8,5
20	0,202	11,4
22	0,264	13,7
24	0,244	15,4
26	0,222	16,8
28	0,200	17,5
30	0,180	18,5
32	0,162	18,9
34	0,144	19,9
36	0,126	20,1
38	0,112	19,5
40	0,096	21,6
42	0,086	20,4
44	0,076	23,0
46	0,070	23,1
48	0,067	23,0
50	0,065	24,3

### C) Pruebas de precisión

El chequeo final consiste en comparar el valor del volumen total real con el volumen total estimado para la curva balanceada. Estas comprobaciones se realizan a través de dos medidas estadísticas: desviación agregada y desviación promedio.

La DESVIACION AGREGADA, o sea la diferencia entre la suma de los volúmenes reales y de los estimados, expresada como un porcentaje de estos últimos, la cual indica --primariamente la libertad de la tabla respecto a las tendencias ("bias"), es igual a 0,45 % de la madera aserrable y 0,58% en la madera para pulpa. Como este valor puede alcanzar un valor máximo admisible de 1 %, se deduce que ambas tablas carecen de distorsión sistemática ("bias").

La DESVIACION PROMEDIO, o sea la suma aritmética de las diferencias entre los volúmenes reales y los estimados, expresada como un porcentaje de la suma de los volúmenes estimados, la cual indica primariamente la variabilidad inherente a los datos, es igual a 1,3 % en la madera aserrable y 2,06 % en la madera para pulpa, cifras ampliamente satisfactorias, ya que se admite como valor máximo el de 10%.

De lo expuesto anteriormente surge claramente que las tablas de volúmenes contenidas en los cuadros Nos. 3 y 4, son ampliamente representativas de los datos originales de los árboles estudiados, o sea 615 en madera aserrable y 816 en madera para pulpa.

### D) Uso de las tablas.

En relación con su uso se deben establecer las siguientes precisiones acerca de las características de las tablas de volúmenes locales, en general:

- a) No son convenientes para la cubicación de árboles aislados, dando resultados aceptables solamente cuando se toma un número convenientemente grande de árboles en cada categoría a cubicar;
- b) No deben usarse cuando se requiere alta exactitud.

En resumen, son tablas excelentes para el empleo rápido y simple. Con las excepciones anotadas son tablas de uso típico en manejo.

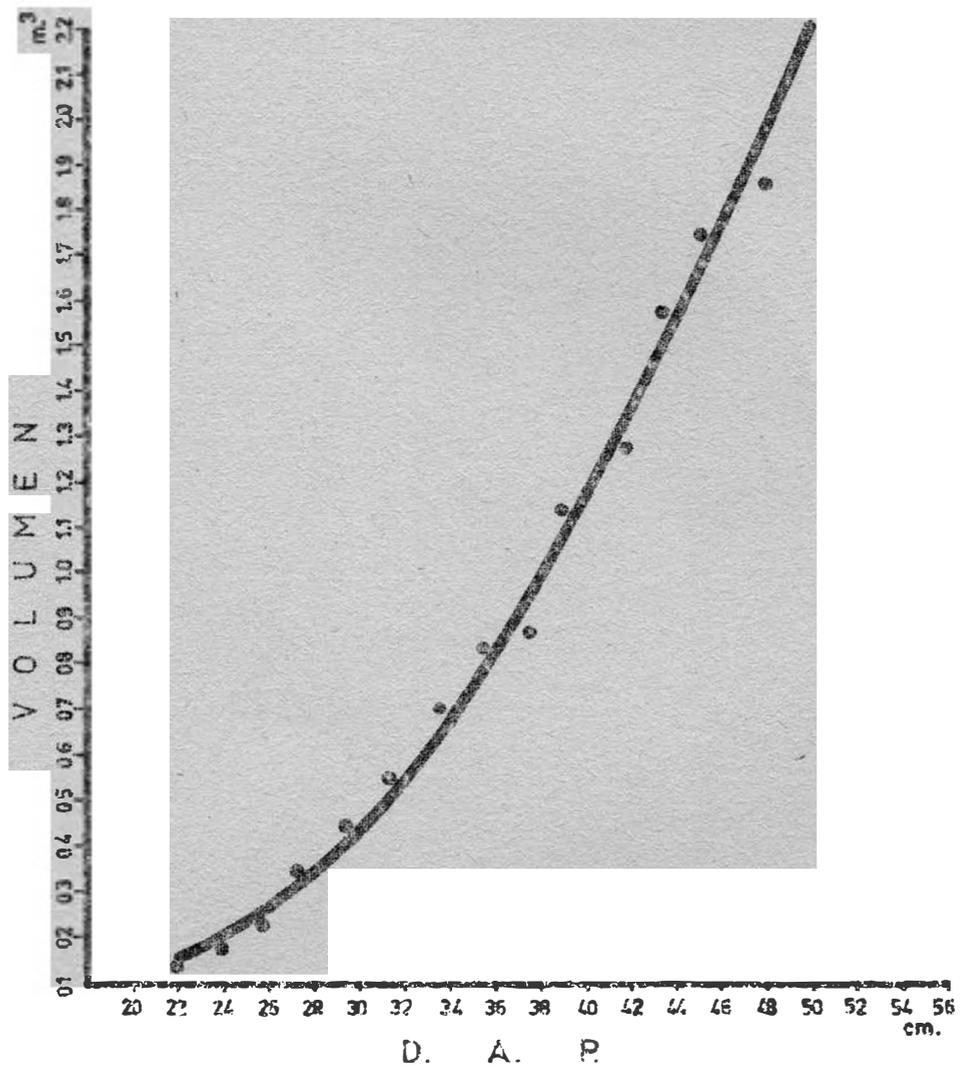
SUMMARY. Two local volume tables, for pino maritimo (*Pinus pinaster* Ait.) in the zone of Carrasco are presented for sawlogs and pulpwood respectively, including bark, expressed in cubic meters. Both tables are based on the armonizing curve method.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) BONILLA, J. A. y BOTTAZZI, J. A. - Primera contribución dasométrica. Evaluación de los rendimientos del Pino marítimo en la zona de Carrasco. Bol. Dep. For. N° 9. Montevideo. Mayo 1964. p. 1-20.
- (2) BONILLA J. A., RAVA C. y ROLFO M. - Evaluación de la calidad de sitio del Pino marítimo en la zona de Carrasco en base a características edafológicas. Bol. Dep. For. N° 12. Montevideo, Dic. 1964. p. 1-9.
- (3) CALDEVILLA G. M. - La desecación de los bañados de Carrasco. Rev. Fac. Agr. N° 20. Montevideo. Año 1940. 162 p.
- (4) CATEDRA DE ECOLOGIA. Resumen de los valores meteorológicos correspondientes al Observatorio del Prado (1901-50). Repartido mimeográfico. 21 p. Facultad de Agronomía. Montevideo.
- (5) CHAPMAN H. H. and MEYER M. F. - Forest mensuration. Mc. Graw Hill. 1949. 522 p.
- (6) HEINDSJIJK H. Volumes do Pinheiro (*Araucaria angustifolia*). Boletín N° 1 do Sector do Inventarios Forestais de Servicio Florestal do Rio de Janeiro. - 1959. 40 p.
- (7) HUSCH B. - Forest mensuration and Statistics. Ronald Press Company. 1963. 474 p.
- (8) INSTITUTO FORESTAL. Tablas de volumen para Pino insigne (*Pinus radiata* D. Don) en Chile. - Boletín Técnico N° 1. Octubre 1962. 30 p.
- (9) LAFFITTE J. C., MEZZOTTONI C. y BONILLA J. A. - Segunda contribución dasométrica. Tablas de volumen standard de pino marítimo. Bol. Dep. For. N° 10. Montevideo. Agosto 1964. p. 1-9.
- (10) PARDE, Jean. Dendrométrie. Ecole Nationale des Eaux et Forêts. Nancy. 1961. 350 p.
- (11) SPURR, S. H. - Forest Inventory. Ronald Press Company. 1952. 476 p.

Gráfica Nº 1

RELACION ENTRE EL D.A.P. Y EL VOLUMEN ASERRABLE



Grafica N° 2

RELACION ENTRE EL D.A.P. Y EL VOLUMEN PULPA

