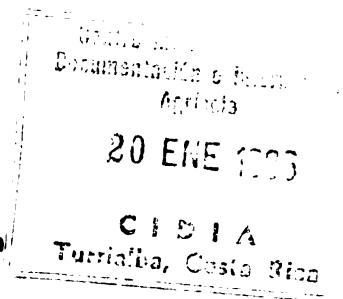




Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza



**Departamento de Estudios de Posgrado y Capacitación**

# **Tabla de volumen para Gmelina arborea Roxb. en Florencia Norte de Turrialba, Costa Rica.**

Por

**MARTIN FELIX CUADRADO HIDALGO**

El presente trabajo es parte de las actividades del entrenamiento  
en servicio en Evaluación Forestal.

**DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**Programa de Silvicultura**

Turrialba, Costa Rica

1985

## AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su sincero agradecimiento a las siguientes personas:

- A: Hector Martínez, M. S. Silvicultor, CATIE, por su interés, Asesoramiento y acertada guía para la culminación del presente estudio.
- A: Charles Veiman, M.S. Administrador de la Finca Forestal DRNR., por su cooperación, amistad y para el desarrollo de la investigación.
- A: José Luis Parisí, Ph.D. Jefe del Departamento de Estudios de Posgrado y Capacitación, CATIE, por su interés en el desarrollo de la investigación.
- A: Gerardo Budowski, Ph.D. Jefe del Departamento de Recursos Naturales Renovables del CATIE, por las sugerencias en la revisión del manuscrito.
- A: Ronnie de Camino, Ph.D. Jefe del Programa de Silvicultura, por sus sugerencias en el desarrollo de la investigación y la revisión del manuscrito.
- A: Valentín Jiménez, Ing. For., por su amplia colaboración en el desarrollo de los programas de computación, utilizados en el presente trabajo.
- A: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) por las facilidades técnicas brindadas para efectuar la investigación.
- A: Srta: Alejandra Sáenz, por su gentileza y eficiencia en el trabajo de mecanografía:

Turrialba, Diciembre de 1985

Martín Cuadrado

CUADPADO, H.M.\* Tablas de volumen para Gmelina arborea Roxb. en Florencia Norte de Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1985  
18 p.

#### SUMMARY

Volume tables are given for a 8,.5 year old Gmelina arborea Roxb. plantation, Florencia Norte, Turrialba, Costa Rica.

The tree volumes were calculated using the Smalian formula. The model  $L_{nv} = l_{nd} + l_{nh}$ , was selected from 15 linear regression models tested for volume estimation, as it showed the best fit to the data. The logarithmic model showed a high correlation coefficient and the lowest value of the Furnival Index. Total and commercial volume tables were developed from the selected model.

#### RESUMEN

Se presentan tablas de volumen de Gmelina arborea Roxb. para una plantación de 8,5 años de edad, ubicada en Florencia Norte de Turrialba, Costa Rica.

Los árboles fueron cubicados por la fórmula de Smalian. Para la estimación del volumen se probaron 15 modelos de regresión lineal, seleccionando el modelo  $L_{nv} = l_{nd} + l_{nh}$  por presentar el mayor ajuste de los datos de campo. El modelo mostró un coeficiente de correlación ajustado alto y el valor más bajo para el índice de Furnival. Se generaron tablas de volumen total y comercial a partir de este modelo.

---

\* Ingeniero Forestal, estudiante especial del Departamento de Recursos Naturales Renovables, CATIE, 1985.

TABLA DE VOLUMEN PARA Gmelina arborea Roxb.  
EN FLORENCIA NORTE DE TURRIALBA, COSTA RICA

M. Cuadrado H.

INTRODUCCION

El volumen del fuste de un árbol depende del diámetro, de la altura y de la forma. La medición de la forma presenta dificultades, especialmente en las latifoliadas. Existen procedimientos que permiten estimar el volumen de un árbol, con bastante exactitud, solamente con base en el diámetro y la altura, sin tener que recurrir a la medición de la forma propiamente dicha; es decir, son estimaciones que se basan en la relación:  $V = f(D,H)$ . El ajuste de esta función empírica del volumen para la construcción de tablas de volumen es un problema de aproximación. Este problema comprende dos partes: 1.- criterio para efectuar el ajuste y 2.- elección de la regresión o modelo matemático (1).

Es útil contar con un instrumento práctico para la estimación de volumen en pie de los árboles, no solo para el control del crecimiento en plantaciones comerciales, sino también para la valoración de los rodales al comercializarlos (9).

La especie Gmelina arborea Roxb. ha mostrado un buen comportamiento en las zonas húmedas de Costa Rica, al igual que en el resto de la región tropical, por su fácil establecimiento, rápido crecimiento y amplio rango de condiciones en que se adapta. Una amplia descripción sobre la distribución natural y características silviculturales de esta especie ha sido realizada por Lamb (10) y Greaves (7).

El presente trabajo tiene como objetivo la elaboración de tablas de volumen de doble entrada para G. arborea con y sin corteza para volumen total y hasta un diámetro mínimo de 2.5 cm en el extremo superior del fuste para árboles en pie en plantaciones artificiales en Florencia Norte de Turrialba, Costa Rica.

### REVISION DE LITERATURA

Las tablas de volumen constituyen un elemento esencial en trabajos de evaluación forestal. Son construidas para especies individuales o para grupos de especies. Hay tres tipos de tablas de volumen; unas estiman el volumen de los árboles en función del diámetro, y se les denomina Tablas "de una entrada", tarifas o tablas de volumen "de doble entrada". Un tercer tipo son las "tablas formales", las cuales estiman el volumen en función de diámetro, altura y clase de forma (12).

Lojan (11) menciona algunas de las recomendaciones y pasos a seguir para la construcción de este tipo de tablas, refiriéndose principalmente al método gráfico, el cual puede hacerse por procedimientos directos o indirectos, también indica los pasos para la construcción de las mismas por el método matemático.

Spurr (14), Paula Neto (12) y Veiga (15), argumenta en favor de las tablas formales y menciona que la altura y el diámetro no son suficientes para hacer estimaciones del volumen y que una tercera variable independiente es necesaria para expresar la forma del tronco.

Un argumento contrario es que la forma del árbol y el grosor de la corteza, están estrechamente relacionados con la altura, diámetro, especie o grupo de especies para las que se ha preparado la tabla y que la introducción de la variable "forma" complica la estimación del volumen sin contribuir sustancialmente a aumentar la precisión. Además, este tipo de tablas formales exigen gran número de mediciones, lo que hace más difícil su uso (14).

La elaboración relativamente fácil y la simplicidad para su aplicación ha hecho que las tablas de volumen de doble entrada sean muy utilizadas en las estimaciones volumétricas (11).

Los trabajos de Cunia (3), Furnival (6), Veiga (15), Bruce y Schumacher (1), Burley et al (2) indican en forma clara y concisa la construcción y uso de tablas de volumen basados principalmente en modelos matemáticos lineales, ponderados y no ponderados.

Salazar y Palmer (13) elaboraron tablas de volumen de doble entrada para G. arborea para una edad promedio de 17 años, plantada a 3m x 3m en Manila, Siquirres, Costa Rica.

Los modelos matemáticos normalmente probados se seleccionan en base a ciertos criterios. Para la elaboración de tablas de volumen comercial de Eucalyptus microcorys, (12) adoptaron tres criterios para la selección del mejor modelo matemático: 1.- El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y el error del cuadrado residual (ECR); 2.- La distribución uniforme de los valores residuales, y 3.- El índice de Furnival (1.F).

Los dos primeros criterios se recomiendan para comparar ecuaciones de la misma naturaleza, mientras que el índice de Furnival permite una comparación de ecuaciones de diferente naturaleza, lineales con no lineales y ponderados con no ponderados, siendo seleccionada la ecuación que presenta el índice de Furnival de menor valor.

## MATERIALES Y METODOS

### 1.- Descripción del área

La plantación de G. arborea fue establecida en Florencia Norte de Turrialba, Costa Rica en un sitio localizado a 9°53' de latitud Norte y 83°41' de longitud oeste, a 670 m.s.n.m de altitud. El clima es caliente húmedo, con una temperatura media anual de 22,3°C, precipitación promedio anual de 2660 mm, y un promedio de 246,5 días de lluvia año. Ecológicamente el sitio corresponde a la zona de vida "Bosque muy húmedo premontano de la región tropical" (bmh-P) (8). En general los suelos de la zona corresponden a las ordenes inceptisol y ultisol los cuales forman perfiles profundos\*.

Esta plantación se estableció por el Sistema Taungya en junio de 1977 y durante el período comprendido entre junio de 1977 y abril de 1978 se realizó un estudio que tuvo como objetivo la evaluación del comportamiento de Gmelina arborea Roxb. en asocio con maíz y frijol (4); posteriormente se realizó un nuevo experimento sobre prácticas de raleo (5).

---

\* Comunicación personal Ing. Jorge Nuñez.

El área del rodal es de aproximadamente 10,000 m<sup>2</sup>, se plantó en dos espaciamientos iniciales: 2m x 1m y 2m x 3m lo que corresponde a densidades de 5,000 y 1,666 árboles por hectárea respectivamente, posteriormente a los 2,5 años de establecida la plantación se hizo el primer raleo bajo los siguientes tratamientos: dos sistemas de raleo (selectivo y sistemático) en las parcelas de 2m x 1m. y cuatro intensidades de raleo (0,30, 40 y 50%) en las parcelas plantadas a 3m x 2m. Finalmente a los 3,5 años se hizo un segundo raleo de tipo selectivo de las diferentes parcelas del ensayo del primer raleo, que dejó seis tipos de densidades. (área promedio/árbol).

Actualmente el rodal presenta las características que se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Densidad de árboles/ha, diámetro, altura y área basal de Gmelina arborea Roxb. en Florencia Norte de Turrialba, Costa Rica a 8,5 años de edad.

Area Promedio por árbol	N° de árboles por parcela	Densidad de árboles	Promedio		
			Diámetro (cm)	Altura (m)	Area basal (m <sup>2</sup> /ha)
9,0 m <sup>2</sup>	8	1111	20,1	21,6	35,3
10,3 m <sup>2</sup>	7	971	22,3	21,8	37,9
12,0 m <sup>2</sup>	6	833	22,2	22,9	32,2
14,4 m <sup>2</sup>	5	694	22,0	22,6	26,4
18,0 m <sup>2</sup>	4	556	23,5	23,0	24,4
24,0 m <sup>2</sup>	3	417	22,7	22,6	16,9

Fuente: Informe de evaluación de la Plantación de G. Arborea en Florencia Norte 1985, por Martín Cuadrado.



## 2.- Recolección de datos

Para la elaboración de las tablas de volumen se escogió una muestra de 50 árboles correspondientes al rango diamétrico presente en el rodal desde 13 cm hasta 41 cm, alturas entre 14 m y 27 m

Cuadro 2. Distribución de diámetros y de altura de los 50 árboles cubizados de G. arborea Roxb. utilizados para la elaboración de las tablas de volumen.

Clase de diámetro (cm)	Clase de altura (m)										Total	
	14	15	17	18	20	21	23	24	26	27 > 28		
13	1	1										2
16	1	1	3		2							7
19			1		1	4						6
22	1			1	1	3						6
25				1		2	3					6
28			1	1		2	3	1				8
31					2	1	3	1	1			8
34				1					1			2
37							1	1	1			3
40									1			1
41										1		1
TOTAL	3	2	5	4	6	12	10	3	4	1		50

Los árboles se seleccionaron dentro de la plantación y luego se apearon dejando un tacón de aproximadamente 5 cm; luego se midió la altura total con cinta métrica en metros (m). El diámetro con y sin corteza se midió con una cinta diamétrica en centímetros (cm) a intervalos diferentes partiendo desde la base del árbol hasta el diámetro mínimo comercial de 2,5 cm en el eje principal y las ramas gruesas.

El espesor de corteza se midió con un medidor de corteza. Para la toma de datos de campo se utilizó el formulario CATIE DRNR-FORM. 7/1. (Adjunto anexo 1)

### 3.- Análisis de los datos

Los datos de campo se analizaron en el Centro de Computo del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba, Costa Rica, utilizando cuatro programas en lenguaje basic IBM.5110. Los 50 árboles fueron cubicados utilizando la fórmula de Smalian a través del programa de computo "VOLPROG"\* para la estimación del volumen total, la última sección del fuste fue tratada como un cono; este programa permitió generar las variables de volumen total y comercial a diferentes diámetros con y sin corteza. Para probar el ajuste de 15 modelos de regresión y elaboración de las tablas de volumen se utilizó el programa VOLREG seleccionado el modelo con mejor ajuste al índice de Furnival (4) y el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) ajustado (cuadro 3). Se utilizó el programa "STIREG" para graficar los volúmenes estimados por la regresión con los obtenidos por la cubicación, para asegurar de que no existía sesgo en las estimaciones. El programa "STANDTAB"\* se utilizó para calcular las distribuciones de frecuencia de diámetro y altura, así como los factores mórficos. En base en el modelo seleccionado elaboraron las tablas de volumen de doble entrada para volumen total con y sin corteza, y volumen comercial hasta 2.5 cm diámetro mínimo superior, con y sin corteza.

---

\* Programas de computación del Palmer's Statistical Package (PSP) desarrollado por H.J.Palmer, Programa Británico de Cooperación Técnica. CATIE.

Cuadro 3. Modelos de regresión probados con sus coeficientes de determinación e índices de Furnival (I.F)

Modelos	Volumen total				Volumen comercial (cm)			
	Con corteza		Sin corteza		Con corteza		Sin corteza	
	R <sup>2</sup> %	I.F.	R <sup>2</sup> %	I.F.	R <sup>2</sup> %	I.F.	R <sup>2</sup> %	I.F.
1. $v=d$	95	0.078	95	0.067	95	0.078	95	0.068
2. $v=d+d^2$	98	0.053	98	0.046	98	0.053	98	0.045
3. $v=d^2$	98	0.053	98	0.045	98	0.053	98	0.045
4. $v=d^2 \times h$	97	0.055	97	0.048	96	0.072	96	0.061
5. $v=d^2+h+d^2+h$	98	0.049	98	0.042	98	0.051	98	0.044
6. $v=d^2+dh+d^2h$	98	0.049	98	0.042	98	0.051	98	0.044
7. $\text{Ln}v=\text{Ln}d$	98	0.041	98	0.039	98	0.041	98	0.038
8. $\text{Ln}v=\text{Ln}d+\text{Ln}h^*$	99	0.031	99	0.029	99	0.035	99	0.032
9. $V/d^2=1/d^2+1/d$	48	0.038	56	0.035	51	0.037	58	0.034
10. $V/d^2=1/d^2$	49	0.037	57	0.034	52	0.037	56	0.034
11. $V/d^2h=1/d^2h$	15	0.034	2	0.030	16	0.052	2	0.043
12. $V/d^2=1/d^2+h/d^2+h$	65	0.031	71	0.028	61	0.033	68	0.030
13. $V/d^2=h+1/d^2h+1/h+1d^2$	31	0.031	7	0.028	62	0.035	45	0.032
14. $V/d^2=1/d^2+h/d+h$	66	0.031	71	0.028	61	0.034	68	0.030
15. $V/d^2h=1/d^2h+1/h+1/d$	31	0.031	6	0.028	62	0.035	45	0.032

\* = modelo seleccionado.

V = volumen total o comercial con o sin corteza (m<sup>3</sup>).

d = diámetro a la altura del pecho (cm).

h = altura total (m).

Ln = Logaritmo natural en base e.

R<sup>2</sup>% = coeficiente de determinación ajustado (%).

I.F. = Índice de Furnival.

RESULTADOS Y DISCUSION

La muestra de árboles presentó los factores de forma (Fm) que se muestran en el cuadro 4:

Cuadro 4. Factores de forma en G. arborea de la plantación de Florencia Norte de Turrialba, Costa Rica.

Volumen	Factor morfico (Fm)	
	Con corteza	Sin corteza
Total	0.51	0.42
Comercial	0.56	0.46

Las figuras 1, 2 y 3 del anexo muestran las relaciones: altura total DAP, volumen total-altura total y volumen total-DAP, para la muestra utilizada en el presente estudio.

De los 15 modelos de regresión probados (cuadro 3), se seleccionó el modelo 8 basado en logaritmos naturales, por presentar el índice de Furnival más bajo y el mayor coeficiente de determinación ( $R^2$ ) ajustado:

Donde: 
$$\text{Lnv} = a + b_1 \text{ln}d + b_2 \text{ln}h$$

Lnv= Logaritmo natural del volumen.

ln d= Logaritmo natural del DAP

ln h= Logaritmo natural de la altura

a= Constante

$b_1$  y  $b_2$ = Coeficiente de regresión.

En las figuras 4 y 5 del anexo presentan la comparación de los volúmenes totales y comerciales calculados en función del diámetro (DAP) para ver a cual se ajusta a los volúmenes reales obtenidos en el presente trabajo. Para tal fin se utilizó los modelos de regresión 4 y 8 determinados en el presente estudio (ambos modelos mostraron consistentemente altos coeficientes de correlación y los valores más bajos para el índice de Furnival) y el modelo de regresión 8 determinado por Salazar y Plamer (14).

En esta comparación se puede notar que el modelo de regresión 8 del presente estudio se ajusta más a los volúmenes reales determinados, después está el modelo de regresión 4 y finalmente el modelo de regresión 8 de Salazar y Palmer; este último subestima los volúmenes reales medidos en este estudio.

Teniendo en cuenta esta comparación se optó en utilizar el modelo de regresión 8, para la elaboración de las tablas de volumen total y comercial (2,5 cm diámetro mínimo superior) con o sin corteza para G. arborea Roxb. en Florencia Norte. A continuación se presenta las ecuaciones obtenidas:

Para volumen total

$$\text{cc: } \ln V = -912638 + 2.01947 (\ln d) + 0.653038 (\ln h)$$

$$\text{sc: } \ln V = -983083 + 2.06928 (\ln d) + 0.76864 (\ln h).$$

Para volumen comercial (diámetro mínimo superior de 2,5 cm)

$$\text{cc: } \ln V = -8,54879 + 2.11878 (\ln d) + 0.370883 (\ln h)$$

$$\text{sc: } \ln V = -9.19060 + 2.17052 (\ln d) + 0.467226 (\ln h)$$

Los cuadros 5, 6, 7 y 8 presentan las tablas de volumen obtenidas en el presente estudio, las tablas incluyen el modelo de regresión con los respectivos índices de ajuste.

## CONCLUSION

El modelo logarítmico seleccionado para la elaboración de las tablas de volumen presentó un alto coeficiente de determinación y el índice de Furnival más bajo, mostrando un buen ajuste y una mayor predicción de las variables relacionadas en comparación con los restantes modelos probados.

Las tablas de doble entrada para volumen total y comercial (2,5 cm diámetro mínimo superior) con o sin corteza pa G. arborea Roxb. elaborados en el presente trabajo, permitirán realizar estimaciones con bastante precisión, para plantaciones creciendo en condiciones similares.

Cuadro 5. Tabla de volumen de doble entrada para volumen total con corteza para Gmelina arborea  
 Roxb. en Florencia Norte de Turrialba, Costa Rica.

DIAM. (cm)	Altura (m)								
	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	
10.0	0.0578	0.0609	0.0639	0.0668	0.0697	0.0725	0.0753	0.0780	
12.0	0.0835	0.0880	0.0923	0.0966	0.1008	0.1048	0.1088	0.1127	
14.0	0.1140	0.1201	0.1261	0.1319	0.1376	0.1431	0.1485	0.1539	
16.0	0.1493	0.1573	0.1651	0.1727	0.1801	0.1874	0.1945	0.2015	
18.0	0.1894	0.1995	0.2094	0.2191	0.2285	0.2377	0.2468	0.2556	
20.0	0.2343	0.2468	0.2591	0.2710	0.2827	0.2941	0.3053	0.3162	
22.0	0.2840	0.2992	0.3141	0.3285	0.3427	0.3565	0.3701	0.3834	
24.0	0.3385	0.3567	0.3744	0.3915	0.4085	0.4250	0.4412	0.4570	
26.0	0.3979	0.4193	0.4401	0.4603	0.4802	0.4996	0.5185	0.5372	
28.0	0.4622	0.4870	0.5111	0.5347	0.5577	0.5802	0.6023	0.6239	
30.0	0.5313	0.5598	0.5875	0.6146	0.6410	0.6669	0.6923	0.7172	
32.0	0.6052	0.6377	0.6693	0.7001	0.7303	0.7598	0.7887	0.8170	
34.0	0.6840	0.7202	0.7565	0.7913	0.8254	0.8587	0.8914	0.9234	
36.0	0.7677	0.8089	0.8490	0.8882	0.9264	0.9638	1.0005	1.0364	
38.0	0.8563	0.9022	0.9470	0.9906	1.0333	1.0750	1.1159	1.1560	
40.0	0.9498	1.0007	1.0503	1.0987	1.1460	1.1923	1.2377	1.2822	

$$\ln v = -9.12638 + 2.01947 (\ln d) + 0.653038 (\ln h)$$

$$r^2 = 99\% \quad I.F. = 0.0313.$$

continúa.....

Continuación Cuadro 5. Tabla de volumen de doble entrada para volumen total con corteza para Gmelina arborea Roxb. en Florencia Norte de Turrialba, Costa Rica.

DIAM. (cm)	Altura (m).									
	20.0	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0	27.0		
10.0	0.0807	0.0833	0.0858	0.0884	0.0909	0.0933	0.0957	0.0981		
12.0	0.1166	0.1203	0.1240	0.1277	0.1313	0.1348	0.1383	0.1418		
14.0	0.1591	0.1643	0.1693	0.1743	0.1792	0.1841	0.1889	0.1936		
16.0	0.2084	0.3151	0.2218	0.2283	0.2347	0.2411	0.2473	0.2535		
18.0	0.2643	0.2729	0.2813	0.2896	0.2978	0.3058	0.3137	0.3216		
20.0	0.3270	0.3376	0.3480	0.3583	0.3684	0.3783	0.3881	0.3978		
22.0	0.3964	0.4093	0.4219	0.4343	0.4465	0.4586	0.4705	0.4822		
24.0	0.4726	0.4879	0.5029	0.5177	0.5323	0.5467	0.5609	0.5749		
26.0	0.5555	0.5735	0.5912	0.6086	0.6257	0.6426	0.6593	0.6757		
28.0	0.6452	0.6660	0.6866	0.7068	0.7267	0.7464	0.7657	0.7848		
30.0	0.7416	0.7656	0.7892	0.8125	0.8354	0.8582	0.8802	0.9022		
32.0	0.8449	0.8722	0.8991	0.9256	0.9517	0.9774	1.0027	1.0278		
34.0	0.9549	0.9858	1.0162	1.0461	1.0756	1.1047	1.1333	1.1615		
36.0	1.0717	1.1064	1.1405	1.1741	1.2072	1.2398	1.2720	1.3037		
38.0	1.1954	1.2341	1.2721	1.3096	1.3465	1.3829	1.4180	1.4542		
40.0	1.3258	1.3688	1.4110	1.4525	1.4935	1.5338	1.5736	1.6129		



Cuadro 6. Tabla de volumen de doble entrada para volumen total sin corteza para Gmelina arborea  
Roxb. en Florencia Norte de Turrialba, Costa Rica.

DIAM. (cm)	Altura (m).								
	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.	19.0	19.0
10.0	0.0427	0.0455	0.0481	0.0507	0.0533	0.0559	0.584	0.0609	0.0609
12.0	0.0623	0.0663	0.00702	0.0740	0.0778	0.0815	0.0851	0.0888	0.0888
14.0	0.0858	0.0912	0.0966	0.1018	0.1070	0.1121	0.1171	0.1221	0.1221
16.0	0.1131	0.1202	0.1273	0.1342	0.1410	0.1478	0.1544	0.1610	0.1610
18.0	0.1443	0.1534	0.1624	0.1713	0.1800	0.1886	0.1970	0.2054	0.2054
20.0	0.1794	0.1908	0.2020	0.2130	0.2238	0.2345	0.2450	0.2554	0.2554
22.0	0.2185	0.2324	0.2460	0.2594	0.2726	0.2856	0.2985	0.3111	0.3111
24.0	0.2616	0.2782	0.2945	0.3106	0.3264	0.3420	0.3573	0.3725	0.3725
26.0	0.3088	0.3284	0.3476	0.3665	0.3852	0.4036	0.4217	0.4396	0.4396
28.0	0.3599	0.3828	0.4052	0.4273	0.4490	0.4705	0.4916	0.5125	0.5125
30.0	0.4152	0.4415	0.4674	0.4929	0.5179	0.5427	0.5670	0.5911	0.5911
32.0	0.4745	0.5046	0.5342	0.5633	0.5919	0.6202	0.6480	0.6756	0.6756
34.0	0.5379	0.5720	0.6056	0.6386	0.6711	0.7031	0.7347	0.7659	0.7659
36.0	0.6054	0.6439	0.6816	0.7188	0.7553	0.7914	0.8269	0.8620	0.8620
38.0	0.6771	0.7201	0.7623	0.8038	0.8447	0.8850	0.9248	0.9641	0.9641
40.0	0.7529	0.8007	0.8477	0.8938	0.8938	0.9393	1.0284	1.0720	1.0720

$$\ln v = -9.83083 + 2.06928 (\ln d) + 0.76864 (\ln h)$$

$$r^2 = 98.8\% \quad \text{I.F.} = 0.0288$$

continúa...

Continuación Cuadro 6. Tabla de volumen de doble entrada para volumen total sin corteza para Gmelina arborea Roxb. en Florencia Norte de Turrialba, Costa Rica.

DIAM. (cm).	20.0	21.0	22.0	23.0	24.00	25.0	26.0	27.0
10.0	0.0633	0.0657	0.0681	0.0705	0.0728	0.0752	0.0775	0.0797
12.0	0.0923	0.0959	0.0993	0.1028	0.1062	0.1096	0.1130	0.1163
14.0	0.1270	0.1319	0.1367	0.1414	0.1461	0.1508	0.1554	0.1600
16.0	0.1674	0.1738	0.1802	0.1864	0.1926	0.1988	0.2049	0.2109
18.0	0.2137	0.2218	0.2299	0.2379	0.2458	0.2536	0.2614	0.2691
20.0	0.2657	0.2759	0.2859	0.2959	0.3057	0.3154	0.3251	0.3347
22.0	0.3236	0.3360	0.3482	0.3604	0.3723	0.3842	0.3960	0.4076
24.0	0.3875	0.4023	0.4169	0.4314	0.4458	0.4600	0.4741	0.4881
26.0	0.4573	0.4748	0.4921	0.5092	0.5261	0.5429	0.5595	0.5760
28.0	0.5331	0.5535	0.5736	0.5935	0.6133	0.6328	0.6522	0.6714
30.0	0.6149	0.6384	0.6616	0.6846	0.7074	0.7300	0.7523	0.7745
32.0	0.7027	0.7296	0.7562	0.7825	0.8085	0.8343	0.8598	0.8851
34.0	0.7967	0.8271	0.8572	0.8870	0.9165	0.9458	0.9747	1.0034
36.0	0.8967	0.9310	0.9649	0.9984	1.0316	1.0645	1.0971	1.1294
38.0	1.0028	1.0412	1.0791	1.1166	1.1537	1.1905	1.2270	1.2631
40.0	1.1151	1.1578	1.1999	1.2416	1.2829	1.3238	1.3644	1.4045



Cuadro 7. Tabla de volumen de doble entrada para volumen comercial (hasta 2.5 cm diámetro mínimo SU<sup>2</sup> perior) con corteza para Gmelina arborea Roxb. en Florencia Norte de Turrialba, Costa Rica.

DIAM. (cm)	Altura (m)									
	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	
10.0	0.0600	0.0622	0.0642	0.0662	0.0680	0.0698	0.0715	0.0731	0.0747	
12.0	0.0883	0.0915	0.0945	0.0974	0.1001	0.1027	0.1052	0.1075	0.1099	
14.0	0.1225	0.1269	0.1310	0.1350	0.1387	0.1423	0.1458	0.1491	0.1523	
16.0	0.1625	0.1683	0.1739	0.1791	0.1841	0.1889	0.1934	0.1978	0.2021	
18.0	0.2086	0.2161	0.2232	0.2299	0.2363	0.2424	0.2483	0.2539	0.2594	
20.0	0.2607	0.2701	0.2790	0.2874	0.2954	0.3030	0.3104	0.3174	0.3242	
22.0	0.3191	0.3306	0.3414	0.3517	0.3615	0.3708	0.3798	0.3885	0.3968	
24.0	0.3837	0.3975	0.4105	0.4229	0.4347	0.4459	0.4567	0.4671	0.4771	
26.0	0.4546	0.4709	0.4864	0.5010	0.5150	0.5283	0.5411	0.5534	0.5653	
28.0	0.5319	0.5510	0.5691	0.5862	0.6025	0.6182	0.6331	0.6475	0.6614	
30.0	0.6156	0.6377	0.6586	0.6785	0.6974	0.7155	0.7328	0.7495	0.7655	
32.0	0.7058	0.7312	0.7552	0.7779	0.7996	0.8203	0.8402	0.8593	0.8777	
34.0	0.8025	0.8314	0.8587	0.8845	0.9092	0.9327	0.9553	0.9771	0.9980	
36.0	0.9058	0.9384	0.9692	0.9984	1.0262	1.0528	1.0782	1.1029	1.1265	
38.0	1.0158	1.0523	1.0868	1.1196	1.1508	1.1806	1.2092	1.2367	1.2632	
40.0	1.1324	1.1731	1.2116	1.2481	1.2829	1.3162	1.3480	1.3787	1.4082	

$$\ln v = -8.54879 + 2.11878 (\ln d) + 0.370883 (\ln h).$$

$$r^2 = 98.7\% \quad I.F. = 0.035$$

continúa.....

Continuación Cuadro 7. Tabla de volumen de doble entrada para volumen comercial (hasta 2.5 cm diámetro mínimo superior) con corteza para Gmelina arborea Roxb. en Florencia Norte de Turrialba, Costa Rica.

DIAM. (cm)	Altura (m)									
	19.0	20.0	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0		
10.0	0.0762	0.0776	0.0790	0.0804	0.0818	0.0831	0.0843	0.0856		
12.0	0.1121	0.1142	0.1163	0.1183	0.1203	0.1222	0.1241	0.1259		
14.0	0.1554	0.1584	0.1612	0.1641	0.1668	0.1694	0.1720	0.1745		
16.0	0.2062	0.2101	0.2140	0.2177	0.2213	0.2248	0.2283	0.2316		
18.0	0.2646	0.2697	0.2745	0.2794	0.2840	0.2886	0.2930	0.2973		
20.0	0.3308	0.3372	0.3433	0.3493	0.3551	0.3607	0.3662	0.3716		
22.0	0.4048	0.4126	0.4201	0.4274	0.4346	0.4415	0.4482	0.4548		
24.0	0.4868	0.4961	0.5052	0.5140	0.5225	0.5308	0.5389	0.5468		
26.0	0.5768	0.5878	0.5986	0.6090	0.6191	0.6290	0.6385	0.6479		
28.0	0.6748	0.6878	0.7003	0.7125	0.7244	0.7359	0.7471	0.7581		
30.0	0.7810	0.7960	0.8106	0.8247	0.8384	0.8517	0.8647	0.8774		
32.0	0.8955	0.9127	0.9293	0.9455	0.9612	0.9765	0.9914	1.0059		
34.0	1.0182	1.0378	1.0567	1.0751	1.0930	1.1104	1.1273	1.1438		
36.0	1.1493	1.1714	1.1928	1.2135	1.2337	1.2533	1.2724	1.2911		
38.0	1.2888	1.3136	1.3375	1.3608	1.3834	1.4054	1.4269	1.4478		
40.0	1.4368	1.4644	1.4911	1.5170	1.5423	1.5668	1.5907	1.6140		

Cuadro 8. Tabla de volumen de doble entrada para volumen comercial (hasta 2.5 cm diámetro mínimo superior) sin corteza para Gmelina arborea Roxb. en Florencia Norte de Turrialba, Costa Rica.

DIAM. (cm)	Altura (m)									
	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	
10.0	0.0445	0.0465	0.0484	0.0503	0.0520	0.0537	0.0554	0.0570	0.0585	
12.0	0.0661	0.0691	0.0719	0.0747	0.0773	0.0798	0.0823	0.0846	0.0869	
14.0	0.0923	0.0965	0.1005	0.1043	0.1080	0.1116	0.1150	0.1183	0.1215	
16.0	0.1233	0.1290	0.1343	0.1394	0.1443	0.1491	0.1536	0.1580	0.1623	
18.0	0.1593	0.1665	0.1734	0.1800	0.1864	0.1925	0.1984	0.2041	0.2096	
20.0	0.2002	0.2093	0.2180	0.2263	0.2343	0.2419	0.2493	0.2565	0.2635	
22.0	0.2462	0.2574	0.2681	0.2783	0.2881	0.2975	0.3067	0.3155	0.3240	
24.0	0.2974	0.3109	0.3238	0.3361	0.3480	0.3594	0.3704	0.3810	0.3913	
26.0	0.3538	0.3699	0.3852	0.3999	0.4140	0.4276	0.4407	0.4533	0.4656	
28.0	0.4155	0.4345	0.4525	0.4697	0.4863	0.5022	0.5176	0.5324	0.5469	
30.0	0.4827	0.5046	0.5256	0.5456	0.5648	0.5833	0.6012	0.6185	0.6352	
32.0	0.5552	0.5805	0.6046	0.6276	0.6498	0.6710	0.6916	0.7115	0.7307	
34.0	0.6333	0.6622	0.6896	0.7159	0.7411	0.7654	0.7888	0.8115	0.8335	
36.0	0.7170	0.7496	0.7807	0.8105	0.8390	0.8665	0.8930	0.9187	0.9436	
38.0	0.8062	0.8430	0.8779	0.9114	0.9435	0.9744	1.0042	1.0331	1.0611	
40.0	0.9012	0.9422	0.9813	1.0187	1.0546	1.0892	1.1225	1.1548	1.1860	

$$\ln v = -9.19060 + 2.17052 (\ln d) + 0.467226 (\ln h)$$

$$r^2 = 98.6\% \quad I.F. = 0.0321$$

continúa.....

Continuación Cuadro 3. Tabla de volumen de doble entrada para volumen comercial (hasta 2.5 cm de diámetro mínimo superior) sin corteza para Gmelina arborea Roxb. en Florencia Norte de Turrialba, Costa Rica.

DIAM. (cm)	Altura (m)									
	19.0	20.0	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0		
10.0	0.0600	0.0615	0.0629	0.0643	0.0656	0.0669	0.0682	0.0695		
12.0	0.0892	0.0913	0.0934	0.0955	0.0975	0.0994	0.1014	0.1032		
14.0	0.1246	0.1276	0.1305	0.1334	0.1362	0.1389	0.1416	0.1442		
16.0	0.1665	0.1705	0.1744	0.1783	0.1820	0.1857	0.1892	0.1927		
18.0	0.2150	0.2202	0.2252	0.2302	0.2350	0.2397	0.2444	0.2489		
20.0	0.2702	0.2767	0.2831	0.2893	0.2954	0.3014	0.3072	0.3128		
22.0	0.3323	0.3403	0.3482	0.3558	0.3633	0.3706	0.3777	0.3847		
24.0	0.4014	0.4111	0.4206	0.4298	0.4388	0.4477	0.4563	0.4647		
26.0	0.4775	0.4891	0.5004	0.5114	0.5221	0.5326	0.5428	0.5529		
28.0	0.5608	0.5745	0.5877	0.6006	0.6132	0.6255	0.6376	0.6494		
30.0	0.6514	0.6672	0.6826	0.6976	0.7123	0.7266	0.7406	0.7543		
32.0	0.7494	0.7676	0.7853	0.8025	0.8194	0.8358	0.8519	0.8677		
34.0	0.8548	0.8755	0.8957	0.9154	0.9346	0.9534	0.9717	0.9897		
36.0	0.9677	0.9912	1.0140	1.0363	1.0581	1.0793	1.1001	1.1204		
38.0	1.0882	1.1146	1.1403	1.1654	1.1898	1.2137	1.2371	1.2600		
40.0	1.2164	1.2459	1.2746	1.3026	1.3299	1.3566	1.3828	1.4083		

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- BRUCE, D. SHUMACHER, F. *Medición forestal*. México, D.F., Herrero, 1965. 474 p.
- 2.- BURLEY, J.: WRIGHT, H.L. Y MATOS, E. E volumen table for Pinus caribaea var. caribaea. *Commonweath Forestry Bureau* 51 (2): 137-143.
- 3.- CUNIA, T.C. Weighted least squares method and construction of volumn tables. *Forest Sciences* 10 (2): 180-191. 1964
- 4.- FERNANDEZ VASQUEZ, S. Comportamiento inicial de Gmelina arborea Roxb. asociado con maíz (Zea mays L.) y frijol (phaseolus vulgaris L.) en dos espaciamientos en Turrialba, costa Rica, Universidad de Costa Rica- CATIE, 1978. 125 p.
- 5.- FIERROS GONZALEZ, A. Raleos iniciales en plantaciones de Gmelina arborea Roxb. en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Universidad de Costa Rica- CATIE, 1980. 92 p.
- 6.- FURNIVAL, G. M. An index for comparing equations used in volumen tables. *Forest Science* 7 (4): 337-341. 1961
- 7.- GREAVES, A. Gmelina arborea *Forestry Abstracts* 42 (6): 42 (6): 237-258. 1981
- 8.- HOLDRIGDE, L. R. *Life zone ecology* (rev. ed.) San José, Costa Rica, Tropical Sciences Center. 1967. 206 p.
- 9.- LADRACH, W. E. Tablas de volumen y peso verde de Cupressus lusitanica Mild. para cuatro niveles de utilización. Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal, CONIF. Bogota. Serie Técnica 7. 1977. 52 p.
- 10.- LAMB, A. F. A. *Especies maderables de crecimiento rápido en la tierra baja tropical: Gmelina arborea Roxb. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Cpacitación. *Boletín* 33/34:21-51. 1968*
- 11.- LOJAN, L. *Apuntes del curso de dasometría*. 1a. parte. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1965. 106 p.
- 12.- PAULA NETO E., et al. Estimativos de volumen comercial do Eucalyptus microcorys en regimen de alto fuste, na região de Coronel Fabricano, Minas Gerais. *Brasil Florestal* 9(34):57-62. 1978.

- 13.- SALAZAR, R. y PALMER, H.J. Tabla de volumen para Gmelina arborea Roxb. en Manila de Siquirres, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1982. 12 p.
- 14.- SPURR, S.H. Forest mensuration. Pennsylvania, Phyladelphia Valley Publishers, 1953. 237 p.
- 15.- VEIGA, R. A. A. Tabela de volumen para Eucalyptus saligna Smith. en ocasio de primeiro corte. Floresta (Brasil) 4(3):29-44. 1973





# FORMULARIO PARA MEDICION DE ARBOLES EN SECCIONES PARA ELABORAR TABLAS DE VOLUMEN

CATIE Form 7/2  
DRNR rev. julio 84

Columnas	Formato	Casilla	Registro C = datos del árbol entero
01 - 03	XXX	1	Número del árbol
04 - 06	XXX	2	DAP con corteza en mm, a la altura de 1,3 metros
07 - 09	XXX	3	Altura total en dm
10 - 12	XXX	4	Número total de tríos de mediciones en todos los ejes y/ o ramas
13 - 15	XXX	5	Altura comercial en dm, hasta un diámetro mínimo definido
16 - 18	XXX	6	Si hay más que un eje/rama medido, registre el número total de ejes/ramas, incluyendo el eje principal. Se permite un máximo de 9 ejes. Si solo hay un eje, deje de las casillas 6 a 15 en blanco
19 - 21	XXX	7	Número de tríos de mediciones en el eje principal
22 - 24	XXX	8	Número de tríos de mediciones en el segundo eje
25 - 27	XXX	9	Número de tríos de mediciones en el tercer eje
28 - 45		10-15	Número de tríos de mediciones en el cuarto hasta el noveno eje
46 - 90		16-30	(a ser definido por el usuario, en el espacio al pie del formulario)

Formato	Variables de identificación ( primer registro del primer árbol)
91 - 96	XXX - XX Código del país : véase archivo DRNR0012
97 - 99	XXX Número del sitio : véase archivo DRNR0013
100-103	XXXA Número del experimento : véase archivo DRNR0011
104-106	XXX Código de la especie/variedad : véase archivos DRNR0015 y DRNR0017
107-109	XXX Número del lote dentro del sitio
110	X Repetición, en caso de experimento
111 - 118	8A Número de la parcela o código de tratamiento
119 - 124	XXXXXX Última fecha de medición en el campo : día XX, mes XX, año XX
125 - 127	XXX Número de árboles medidos
128	X Opción sobre grosor de la corteza, en el tercero de cada uno de los tríos, en registros 1 en adelante : 0 = nada ; 1 = diámetro sin corteza en mm ; 2 = grosor único de la corteza en mm ; 3 = grosor doble de la corteza en mm

91	92	93	94	95	96	97	98	99	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
									0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	

Deje en blanco las variables inapropiadas de identificación ( por ejemplo, "experimento" cuando no hay experimento, o "repetición" cuando no hay repetición ). Llene los valores perdidos con el código "-99". Llene a la derecha y deje el resto con ceros.  
Se define abajo el contenido de uno o más de las casillas 16-30 en registro 0

Nº casilla Nombre y firma del anotador:

16	

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

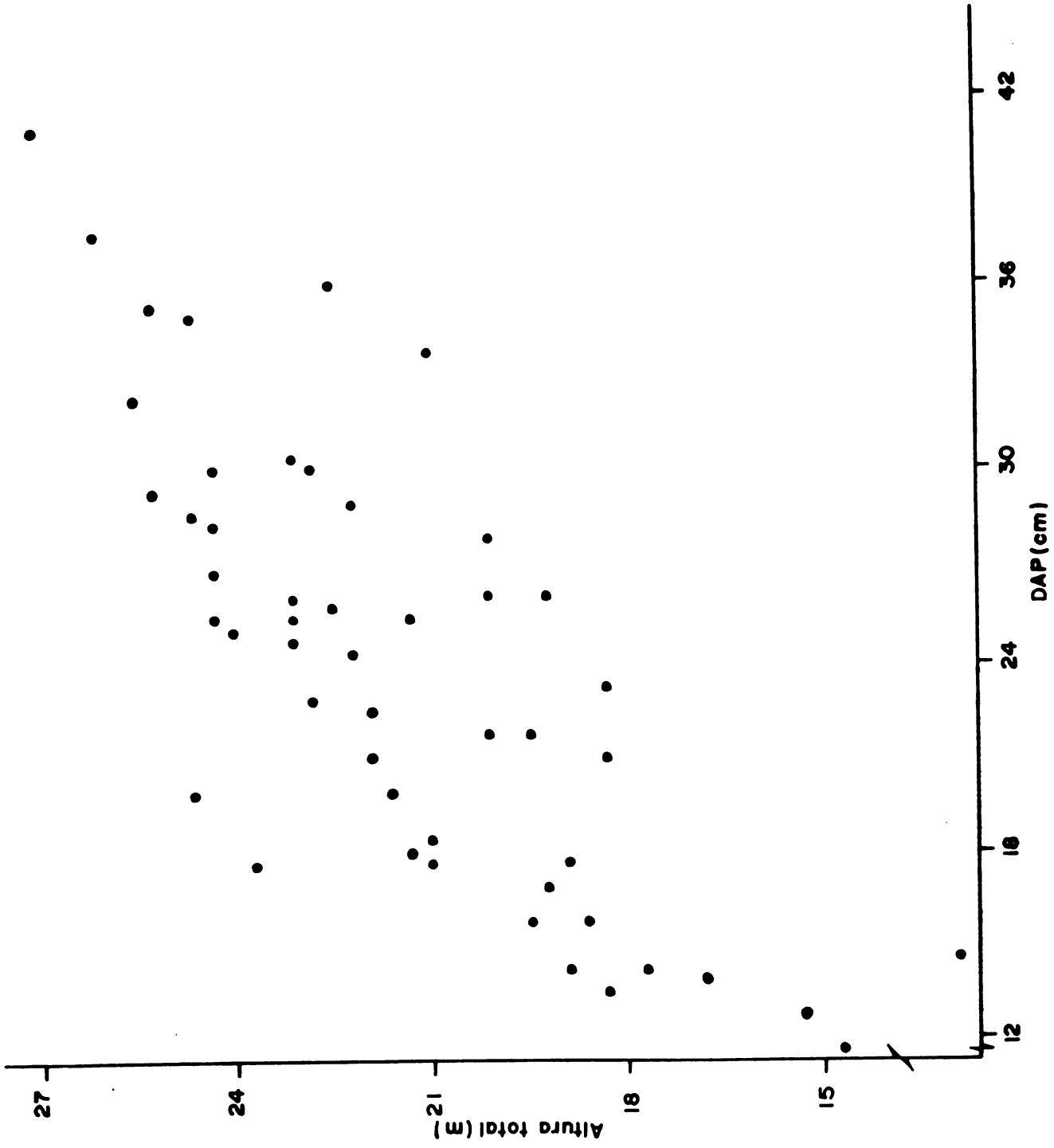


FIGURA 1: RELACION ALTURA TOTAL - DAP

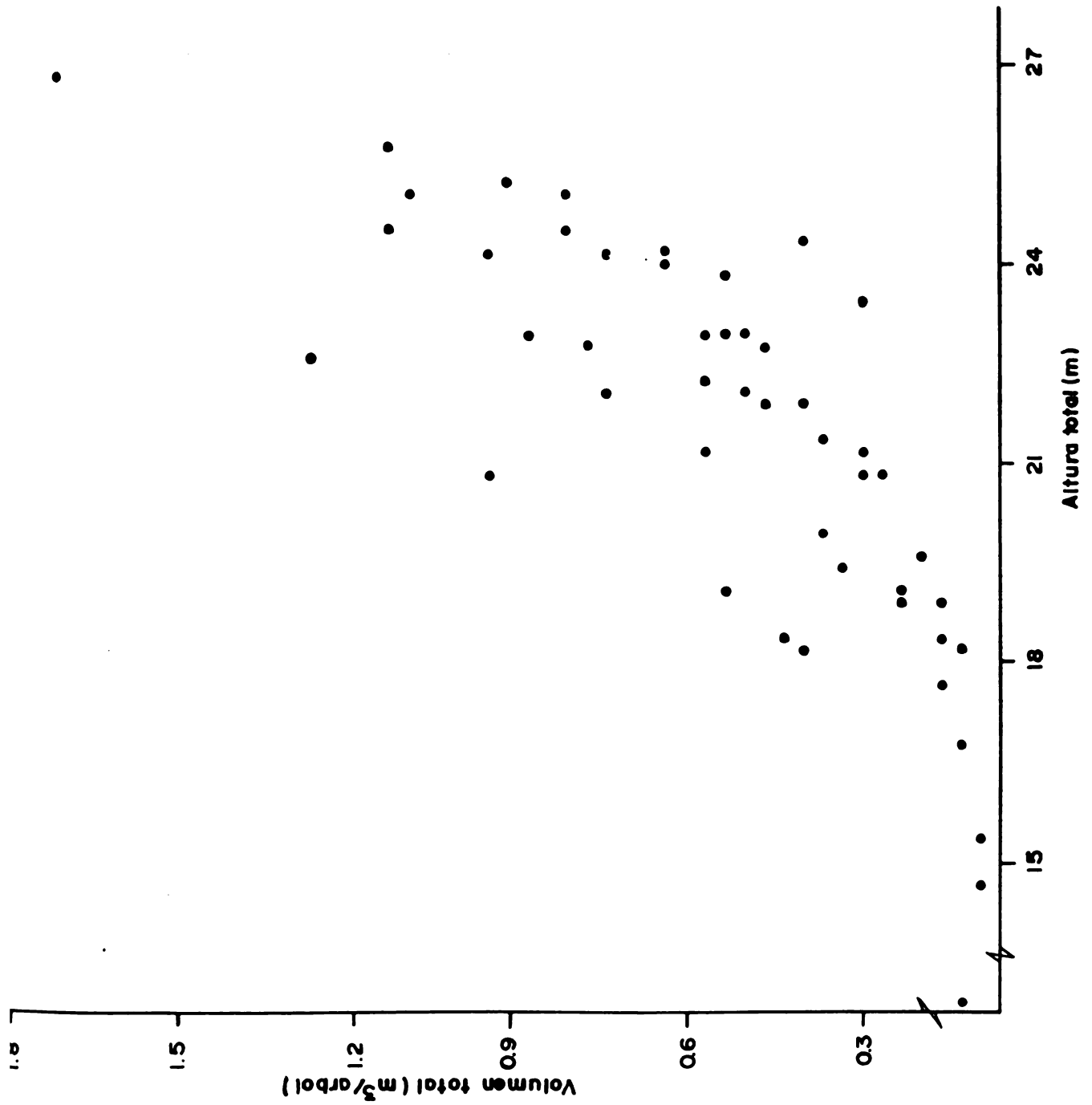


FIGURA 2: RELACION VOLUMEN TOTAL-ALTURA

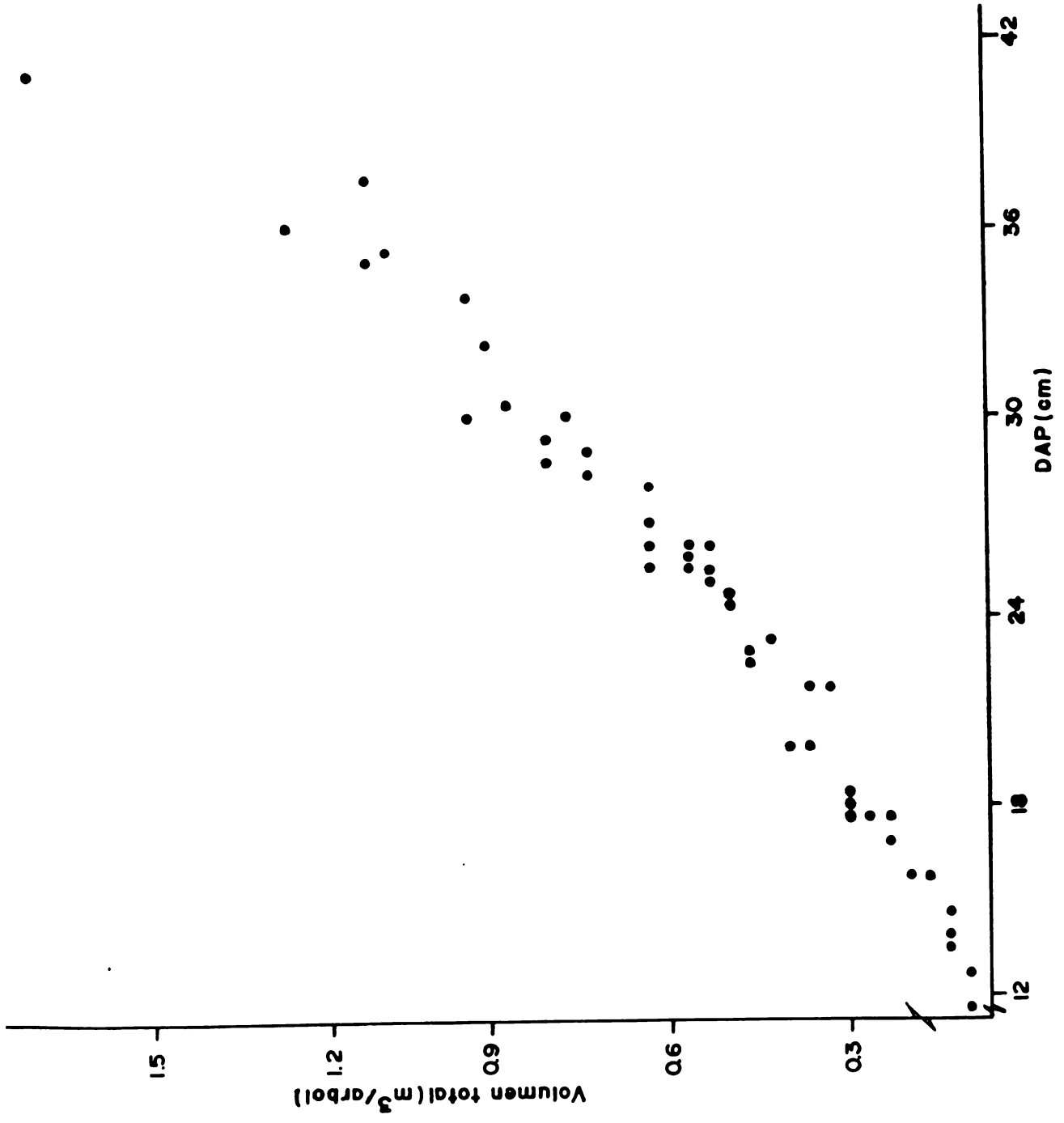


FIGURA 3: RELACION VOLUMEN TOTAL-DAP

- Volumen real medido en el campo
- Volumen calculado en el modelo de regresión 4 del presente trabajo
- Volumen calculado con el modelo de regresión 8 de Salazar y Palmer. (\*)
- + Volumen calculado con el modelo de regresión 8 del presente trabajo

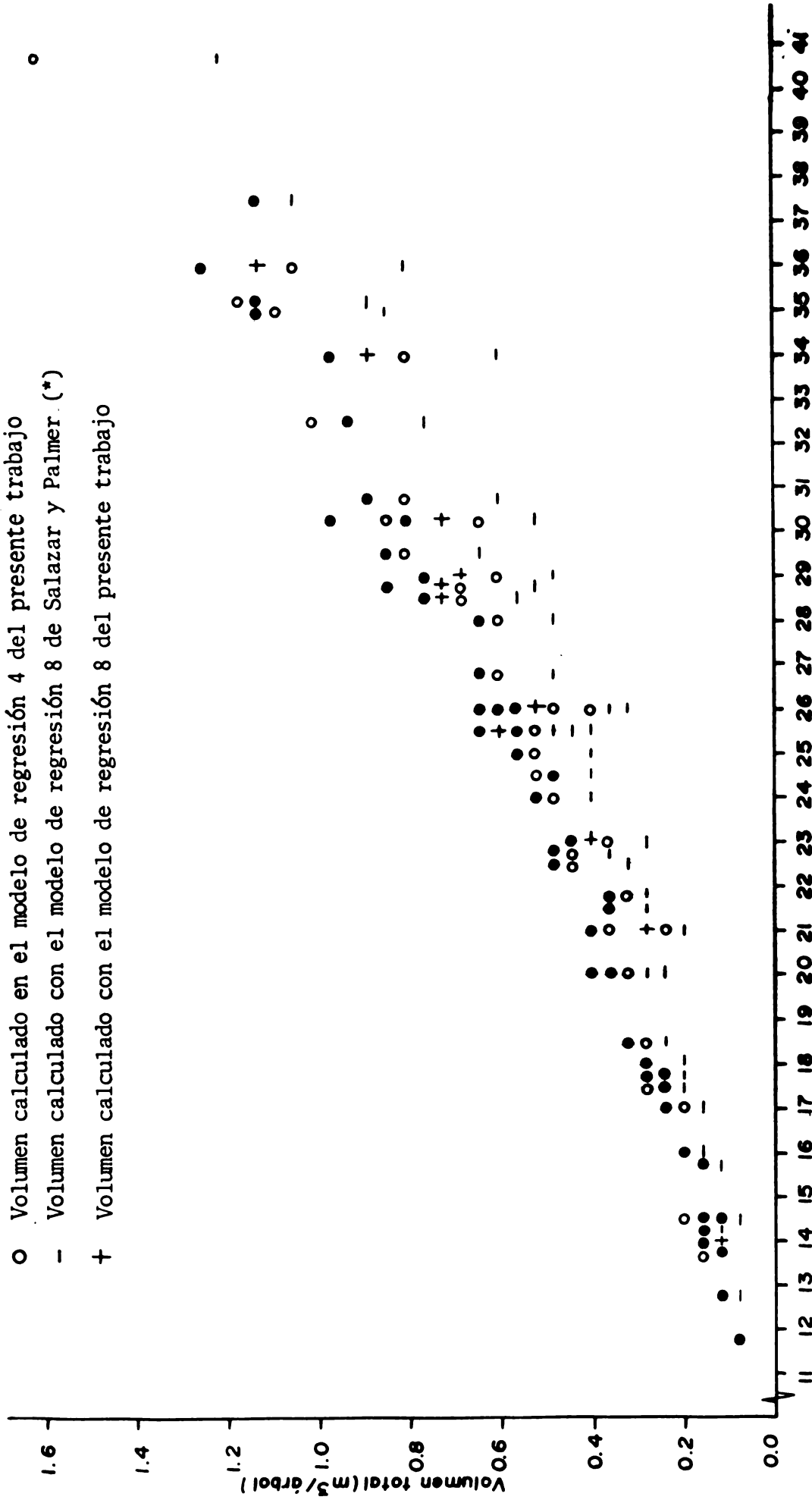


Fig 4: Comparación de los volúmenes totales en función del DAP para Gmelina arborea Roxb. en Florencia Norte de Turrialba, Costa Rica.

\*FUENTE: Salazar y Palmer, Tabla de volumen para G. arborea en Manila, Siquirres, Costa Rica.

● Volumen real medido en el campo

○ Volumen calculado con el modelo de regresión 4 del presente trabajo

- Volumen calculado con el modelo de regresión 8 de Salazar y Palmer (\*)

+ Volumen calculado con el modelo de regresión 8 del presente trabajo

● +  
○ +

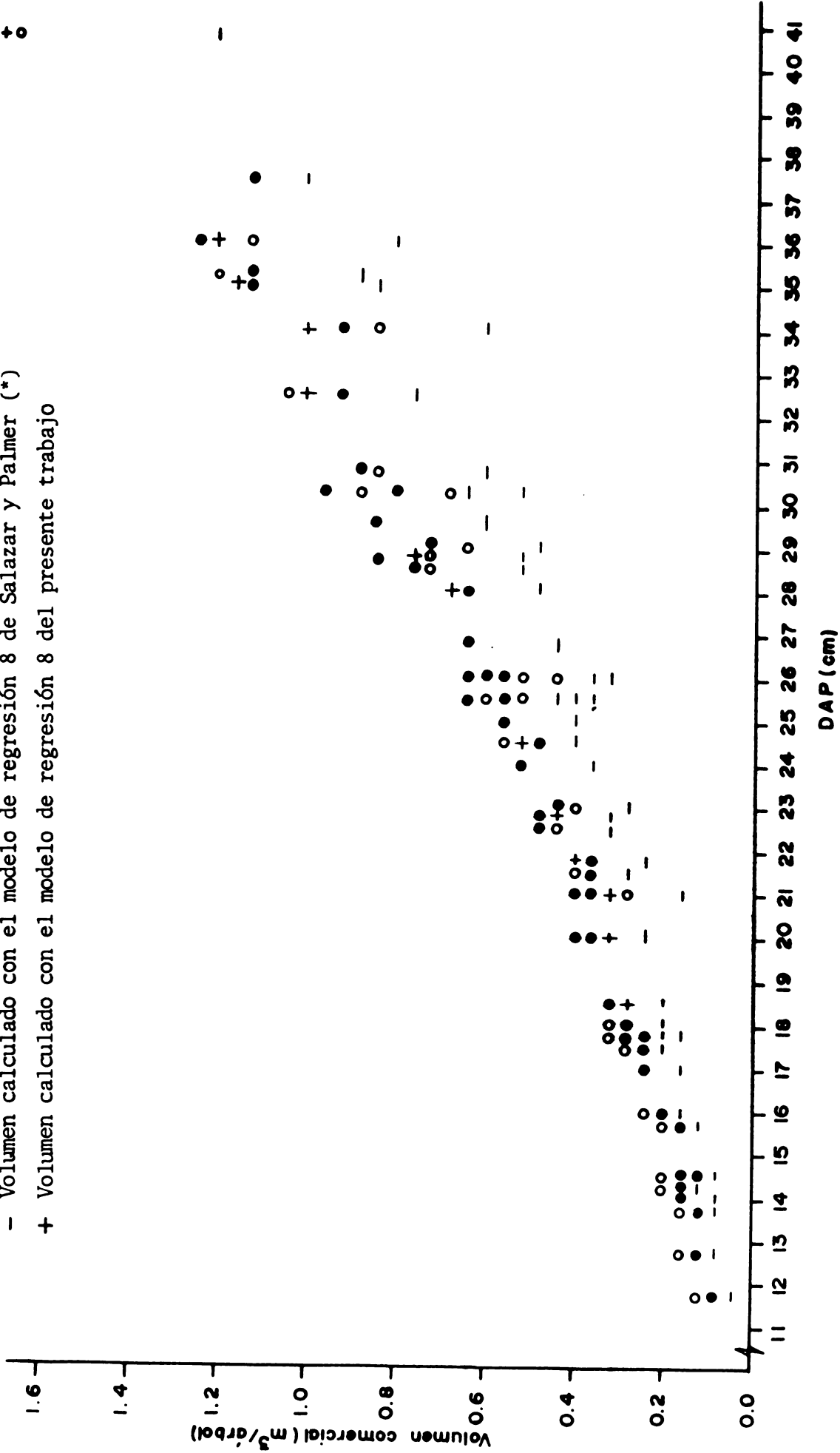


Fig: 5 Comparación de los volúmenes comerciales en función del DAP para Gmelina arborea Roxb. en Florencia Norte de Turrialba, Costa Rica.

FUENTE: Salazar y Palmer, Tabla de volumen para G. arborea en Manila, Siquirres, Costa Rica