



Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci). EISSN: 2215-3896.

1991. Vol 7(1): 23-36.

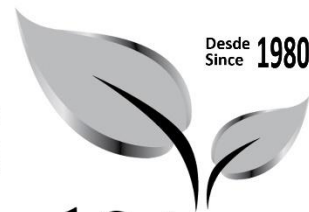
DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/rca.7-1.2>

URL: www.revistas.una.ac.cr/ambientales

EMAIL: revista.ambientales@una.cr

Sergio Mena Arias

Revista de CIENCIAS AMBIENTALES Tropical Journal of Environmental Sciences



Tablas de crecimiento preliminares de Gmelina arborea Roxb. Aplicables al Pacífico seco, Costa Rica

Preliminary growth charts of Gmelina arborea Roxb. Applicable to the dry Pacific,
Costa Rica

Sergio Mena Arias



Los artículos publicados se distribuyen bajo una Creative Commons Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional) basada en una obra en <http://www.revistas.una.ac.cr/ambientales>, lo que implica la posibilidad de que los lectores puedan de forma gratuita descargar, almacenar, copiar y distribuir la versión final aprobada y publicada (*post print*) del artículo, siempre y cuando se realice sin fines comerciales y se mencione la fuente y autoría de la obra.

TABLAS DE CRECIMIENTO PRELIMINARES DE GMELINA ARBOREA ROXB. APPLICABLES AL PACIFICO SECO, COSTA RICA

(Proyecto UNA/MAG/CORENA/AID-032)
(Jun-1986 Recepción del artículo)

Sergio Jiménez Arias¹

RESUMEN

En la presente investigación se elaboraron las tablas de crecimiento para Gmelina arborea Roxb. aplicables al Pacífico Seco de Costa Rica, y a plantaciones con el objetivo de producir madera para pulpa mecánica para papel o combustible vegetal (leña).

Se estimó el crecimiento para cinco índices (doce a veinte); se encontraron rendimientos medios que oscilan entre 16.89 m³ ha⁻¹ año a los doce años de edad en sitios promedios y 48 m³ ha⁻¹ a los diez años de edad para los mejores sitios.

Los rendimientos estimados para Gmelina arborea en la zona de estudio son superiores a los obtenidos con otras especies en los mismos sitios.

INTRODUCCION

En Costa Rica, el aprovechamiento de los bosques naturales se realizó en forma poco planificada. Debido a esto, se espera que en un futuro no muy lejano, el mercado forestal experimente una reducción considerable en el suministro de materia prima; en especial de aquella proveniente de bosques naturales.

Por otra parte se estima que para 1995 quedarán disponibles solo los bosques controlados por el Estado, lo cual obligará al país a importar madera para abastecer la industria nacional. Ante tal situación se propone, a mediano y largo plazos, la reforestación en gran escala con especies de rápido crecimiento, tanto nativas como introducidas. Sin embargo, los silvicultores encargados de planificar y manejar estas plantaciones, no disponen de información confiable que les permita valorar diferentes opciones para su manejo.

El crecimiento de la presente investigación fue elaborar tablas de crecimiento preliminares de Gmelina arborea Roxb. aplicables a las formaciones semidecíduas del país.

¹ Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

Las tablas de rendimiento definen los parámetros poblaciones que describen matemáticamente el crecimiento de la especie en la región, proporcionando información básica para planificar y manejar las plantaciones de melina con el objetivo de producir madera para pulpa de papel y combustible vegetal (leña).

Una tabla de rendimiento representa el comportamiento idealizado de una especie en cuanto a su altura y diámetro con respecto a la edad. Esto permite calcular para un ámbito de calidades de sitio y para una región determinada, los volúmenes esperados en un período dado, partiendo de un manejo definido de la plantación. Así, las tablas de crecimiento podrían ser utilizadas por instituciones estatales y privadas para evaluar futuras inversiones en plantaciones de Gmelina arborea y compararlas con otras opciones de inversión.

MATERIALES Y METODOS

La información básica para elaborar las tablas de rendimiento se obtuvo de parcelas permanentes ubicadas en La Palma de Abangares; Estación Experimental Taboga; Hacienda La Pacífica en Cañas y La Hacienda Taboga, Guanacaste. La ubicación, edad y densidad de la plantación para cada sitio fue suministrada por funcionarios del Departamento de Investigaciones Forestales de la Dirección General Forestal.

También se midieron 11 parcelas en las siguientes localidades de Hojancha, Guanacaste: Betania, La Libertad, Pita Rayada, Pilangosta, Monte Romo, Maravilla, San Rafael, Santa Marta y Matambú.

Una vez procesada la información se procedió a estimar el volumen de cada parcela utilizando la siguiente ecuación de volumen elaborada por Jiménez (1985).

$$V = 0,10052 \times 10^{-2} d^2 \times h - 0,07655$$

Donde:

$$V = \text{volumen del árbol medio (m}^3\text{)}$$

$$d = \text{diámetro (cm.)}$$

$$h = \text{altura media (m.)}$$

También se asignó un índice de sitio a cada parcela utilizando las ecuaciones desarrolladas por el autor Jiménez (1987) para el Pacífico Seco de Costa Rica.

Con los datos de las parcelas se determinaron las funciones de rendimiento en volumen, diámetro cuadrático medio (dg) y área basal en función de la edad, índice de sitio

y número de árboles. Los modelos de rendimiento ensayados fueron los siguientes:

- Rendimiento en volumen: Schumacher (1939), Tschinkel citado por Vélez (1982) y Vélez (1982).
- Rendimiento en área basal: Schumacher (1939), Vélez (1982), Curtis (1970), Del Valle (1975), Groenendijk (1983), Alder (1981).
- Rendimiento en diámetro: Schumacher (1939), Clutter (1963), Tschinkel citado por Del Valle (1975), Groenendijk (1983).

También se ajustó con los datos de las parcelas una ecuación lineal simple de altura media (h_m) en función de altura dominante (h_{dom}).

Para construir las tablas se procedió de la siguiente manera:

- a. Se estimó el volumen de cada edad, utilizando la ecuación de rendimiento que mejor ajustó.
- b. Luego, con la ecuación de rendimiento en diámetro seleccionada, se estimó el diámetro cuadrático medio para cada edad.
- c. Con las ecuaciones de H_{dom} en función de edad e índice de sitio, se estimó la altura dominante para cada una de las edades de la tabla Jiménez (1985).
- d. Utilizando estas alturas dominantes como variables independientes, se estimó la altura media para las distintas edades utilizando la ecuación $h_m = (h_{dom})$.
- e. Se utilizó la ecuación $V = f(h_m, d_g)$ para estimar el volumen unitario a cada edad; así, el número de árboles a cada edad, resultó del cociente entre volumen estimado y el volumen unitario.
- f. El área basal se obtuvo como función del diámetro y del número de árboles por hectárea, o sea $G = 0,7854 dg^2N$.
- g. El espaciamiento relativo (S %) se obtuvo utilizando la siguiente expresión:

$$S \% = \frac{a}{h_{dom}} * 100$$

Donde:

S % = espaciamiento relativo

a = espaciamiento lineal entre árboles (m.)

h_{dom} = altura dominante (m.)

Los crecimientos calculados fueron: el crecimiento medio anual (IMA), el crecimiento corriente anual (ICA), según la fórmula expuesta por González (1981), y el crecimiento relativo porcentual según la fórmula de Pressler (Mackay, 1964).

RESULTADOS

Construcción de tablas de rendimiento

La tabla de rendimiento se construyó con los datos de mediciones de parcelas permanentes y temporales con edades comprendidas entre 6 y 10 años.

En las ecuaciones de rendimiento se obtuvieron los siguientes resultados.

a. Rendimiento en volumen:

$$\text{Log } V = 2,3188 - 8,7377 \frac{1}{E} + 0,021782 * IS + 0,34707 * \frac{1}{E}$$

b. Rendimiento en diámetro:

$$\text{Log } Dg = 0,82061 * \frac{1}{E} + 0,03334 * IS - 0,0483 * \frac{IS}{E}$$

Donde:

Log V = logaritmo natural del volumen (m³)

Log Dg = logaritmo natural del diámetro cuadrático medio (cm.)

E = edad (años)

IS = índice de sitio

c. Rendimiento en altura

La relación existente entre altura dominante y media fue la siguiente:

$$h_m = 1,064 * h_{dom} - 2,831$$

Donde:

$$h_m = \text{altura media (m.)}$$

$$h_{dom} = \text{altura dominante (m.)}$$

Con las anteriores ecuaciones se confeccionaron las tablas de rendimiento para cinco índices de sitio (Cuadros 1, 2, 3, 4, 5).

DISCUSION

En la zona de estudio las plantaciones de melina tienen como objetivo producir combustible vegetal (leña) o madera para pulpa de papel y están siendo manejadas bajo turnos de rotación de diez o doce años de edad; así las parcelas y plantaciones incluidas en el muestreo generaron información para un ámbito de edades entre los dos y los diez años. El estudio de rendimiento de la especie puede abarcar hasta los 14 años a través de la extrapolación de las curvas de rendimiento.

Por otra parte, las plantaciones y parcelas experimentales están ubicadas en terrenos planos, bien drenados, y sin muestra aparente de erosión severa, lo cual influyó para que el muestreo abarcará un ámbito reducido de índices de sitio. Además, la mayor parte de las plantaciones no cuentan con registros de mediciones anuales o periódicas, por lo que se hace imposible conocer la historia del rodal y el tiempo e intensidades de las intervenciones silvícolas (raleos). La evolución en altura para los diferentes rodales estudiados, representa el primer intento para definir la tendencia del crecimiento en altura para G. arborea en las zonas secas de Costa Rica.

La evolución en altura mostrada por la melina para el período de estudio se ajusta a lo expuesto por Lamb (1970) y Faustino y Bassag (1977), quienes anotan que la especie crece muy rápidamente durante los primeros siete años y a partir del octavo reduce ligeramente su tasa de crecimiento.

Para las parcelas permanentes de muestreo que abarcan un ámbito limitado de índices de sitio, se determinaron incrementos en altura que oscilaron entre 3,4 y 2,1 m. por

año, valores próximos al promedio reportado por Lamb (1970) para suelos de sabana en Nigeria y por Faustino y Bassag (1977) en Filipinas.

Cabe destacar que un alto porcentaje de las parcelas y plantaciones existentes en la zona de estudio son manejadas con una alta densidad; por ejemplo, algunas parcelas a los siete u ocho años mantienen hasta el 50% de la masa inicial en pie.

Lo anterior ha provocado que la evolución en diámetro con respecto a la edad, para la zona de estudio, estimado tanto por análisis fustal como por parcelas permanentes, esté por debajo del promedio reportado, Lamb (1980) para plantaciones con intervenciones más intensas. Por ejemplo, en la zona de estudio el crecimiento corriente en diámetro oscila entre 4,1 cm. por año en los mejores sitios y 1,1 cm. por año en sitios de menor calidad; pero Lamb (1980) anota que en plantaciones bien manejadas pueden alcanzar hasta 5,0 cm. por año en crecimiento en diámetro durante los primeros años de vida de la masa. Además, no existen estudios sobre densidad-incremento en diámetro que determinen las intensidades necesarias para obtener una evolución óptima del diámetro.

De las ecuaciones de rendimiento ensayadas, se eligieron las de Schumacher (1939) para estimar el diámetro y el volumen en función de edad e índice de sitio. La selección se realizó considerando que:

- a. Las ecuaciones de Schumacher presentan un coeficiente de determinación R^2 entre los más altos obtenidos, y además sus errores de estimación se ubican dentro de los más bajos.
- b. Las ecuaciones propuestas por Schumacher son las que más se ajustan a la metodología utilizada para construir las tablas de rendimiento.
- c. De los modelos ensayados, los de Schumacher son los más fáciles de aplicar, es decir, involucran la estimación de un menor número de parámetros estadísticos.

Por otra parte, cabe anotar que la poca variabilidad de los sitios muestreados para la confección de los modelos de rendimiento influyó para que se obtuvieran R^2 mayores a 0.8 para la mayor parte de las ecuaciones ensayadas, mientras que Alder (1981), afirma que las mejores funciones de crecimiento pueden tener coeficiente de determinación de solamente 0,7 a 0,8 cuando se ajusten ecuaciones de crecimiento. Es importante tomar en cuenta la anotación de Alder (1981) en el sentido de que la evaluación de las funciones de incremento tiene que ser minuciosa, ya que pequeños sesgos en la función de incremento que no se detecten gráficamente o por análisis directo de los residuos, pueden introducir grandes errores en la predicción del rendimiento, pues el error en las funciones de incremento es siempre acumulativo.

Las tablas construidas reflejan los rendimientos esperados de los cultivos de melina en las zonas secas del país que tienen como objetivo producir combustible vegetal (leña) o pulpa para papel.

Cabe recalcar también que las diferentes plantaciones existentes en el país han sido raleadas utilizando distintos criterios, y que en general las intervenciones son poco severas; esto explica que los incrementos en diámetro reportados en el presente estudio sean inferiores a los obtenidos en plantaciones raleadas más intensamente en sitios de menor productividad de Africa y Asia Lamb (1970).

La baja intensidad de los aclareos ejecutados en las parcelas y plantaciones estudiadas, afectó levemente la producción estimada para las tablas de rendimiento, pues asume Hawley (1983) que el silvicultor no puede aumentar la producción total de la masa a través de las cortas aclaradoras, pero sí puede modificar su estructura, de tal manera que la producción se distribuya entre un mínimo óptimo de árboles escogidos sobre la base de sus potencialidades para aumentar el valor económico de la plantación.

Por lo tanto, la tabla construida representa un intento preliminar para normalizar las intervenciones en plantaciones de melina, en la cual se recomienda raleos poco severos, ya que actualmente no existe mercado para productos intermedios, y lo que se busca es dejar la mayor cantidad de individuos para la corta final. Además, actualmente no se cuenta con datos de la evolución del diámetro en plantaciones raleadas más intensamente, que permitan plantear otro programa de raleos y cuantificar sus resultados. Aunque en las tablas se recomiendan raleos poco severos cada período de dos años hacen falta estudios sobre la relación entre la densidad y el rendimiento, que determinen el tiempo y la intensidad más oportunos de los raleos.

Tampoco se contó, para la construcción de tablas, con información sobre las dimensiones de los productos intermedios extraídos ni de las diferentes edades en las que se practicó la intervención; la única información disponible fue que las mediciones se realizaron antes de cada raleo. Por lo tanto, al cuantificar los productos de los raleos en un año dado se utilizaron las dimensiones de los árboles al final del período anterior; por ejemplo, para el raleo del octavo año se utilizó la dimensión de los árboles en el año seis, asumiendo que los raleos fueron por lo bajo.

También está implícito en las tablas, que debe realizarse una fuerte selección de los primeros años, ya que se sugiere cortar, para la mayoría de índices de sitio, entre un 30 y 35% de la masa en el período comprendido entre los cuatro a seis años.

Cabe destacar que el turno de rotación para la especie, estimado con base en el criterio de máxima renta en especie, se ubica entre el año ocho y diez para la mayoría de índices de sitio según el manejo propuesto.

Cuadro 1. Tabla preliminar de crecimiento de *G. arborea* Roxb. para el Pacífico Seco de Costa Rica. Índice de Sitio 12.

Edad (años)	Masa principal										Masa Intermedia			Masa Total			Incrementos		
	h_{dom} (m)	h_m (m)	Dg (cm)	S % Antes	S % Después	N Arb*ha ⁻¹	G (m ² ha ⁻¹)	V (m ³ ha ⁻¹)	N Arb ha ⁻¹	G (m ² ha ⁻¹)	V (m ³ ha ⁻¹)	N	G	V	MT (m ³ ha ⁻¹)	IMA (m ³ ha ⁻¹)	ICA (m ³ ha ⁻¹)	Cr (%)	
4	7.85	5.53	9.18	27.37	27.37	2500	6.00	27.34							27.34	6.83			
6	10.84	9.20	11.20	19.82	19.82	2433	23.97	65.97	67	0.20	0.73				66.40	10.02	19.53	41.20	
8	13.00	11.00	12.35	16.75	16.75	1699	20.35	101.97	734	7.23	9.83				112.53	14.31	22.91	25.60	
10	14.63	12.73	13.11	17.81	17.81	1454	19.02	132.67	245	2.93	14.70				157.93	15.79	22.70	16.80	
12	15.93	14.11	13.64	17.69	17.69	1352	19.75	158.12	102	1.38	9.30				192.68	16.05	17.34	10.00	
14	16.98	15.23	14.03	17.58	17.21	1296	20.03	179.24	56	0.82	6.55				220.35	15.73	13.83	6.70	

- h_{dom} = Altura dominante
- h_m = Altura media
- Dg = Diámetro medio
- S % = Esqueletamiento relativo
- N = Número de árboles
- G = Área basal
- V = Volumen
- MT = Masa Total
- IMA = Incremento medio anual
- ICA = Incremento corriente anual
- Cr = Crecimiento relativo

Cuadro 2. Tabla preliminar de rendimiento para *G. arborea* Roxb. para el Pacífico Seco de Costa Rica. Índice de Sitio 14.

Edad (años)	h_{dom} (m)	h_m (m)	D_a (cm)	S %		G ($m^2 ha^{-1}$)	N (ha)	V ($m^3 ha^{-1}$)	Masa Intermedia			Masa Total	Incrementos				
				Antes	Después				N (ha)	G ($m^2 ha$)	V ($m^3 ha^{-1}$)		MT ($m^3 ha^{-1}$)	IMA ($m^3 ha^{-1}$)	ICA ($m^3 ha^{-1}$)	Cr (%)	
4	9.82	7.62	10.12	21.89	21.89	20.11	2500	45.07				45.07	11.27				
6	12.86	10.85	12.57	16.71	21.11	19.45	1557	94.88	933	7.50	16.82	111.7	18.62	33.31		42.05	
8	14.96	13.09	14.00	18.15	20.08	19.69	1279	137.68	288	3.57	17.34	171.84	21.47	30.		21.16	
10	16.52	14.75	14.99	18.19	18.93	20.84	1181	172.08	98	1.51	18.05	224.29	22.43	26.24		13.25	
12	17.74	16.04	15.61	17.63	17.94	21.82	1140	199.70	41	0.72	5.97	257.88	21.40	16.79		6.96	
14	18.71	17.08	16.10	17.01	17.20	22.70	1115	22.10	25	0.48	4.39	284.67	20.33	13.39		4.94	

Cuadro 3. Tabla preliminar de crecimiento de *G. arborea* Roxb. para el Pacífico Seco de Costa Rica. Índice de Sitio 16.

Edad (años)	Masa principal										Masa Intermedia			Masa Total		Incrementos		
	h_{sum} (m)	h_m (m)	Dg (cm)	S % Antes	S % Después	N (a)	G ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)	V ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)	N (a)	G ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)	V ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)	MT ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)	IMA ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)	ICA ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)	Cr (%)			
4	11.92	9.85	11.16	18.02	19.29	2190	21.43	74.30				74.3	18.58					
6	14.91	13.03	14.12	15.40	20.25	1262	19.76	136.88	928	9.90	31.48	168.36	28.06	47.03	39.17			
8	16.91	15.16	15.88	17.89	18.98	1123	22.24	185.80	139	2.17	15.07	232.25	29.04	31.99	18.95			
10	18.36	16.70	17.04	17.46	17.93	1065	24.29	223.18	58	1.14	9.59	279.32	27.93	23.48	11.22			
12	19.47	17.88	17.86	16.91	17.19	1031	25.83	252.19	34	0.77	7.12	315.45	26.29	18.06	7.49			
14	20.35	18.82	18.47	16.44	16.61	1008	27.00	275.20	23	0.57	5.64	344.10	24.59	14.34	7.37			

Cuadro 4. Tabla preliminar de crecimiento de *G. arborea* Roxb. para el Pacífico Seco de Costa Rica. Índice de Sitio 16.

Edad (años)	Masa principal										Masa Inermedia			Masa Total		Incrementos		
	h_n (m)	h_{n+1} (m)	D_n (cm)	S % Antes	S % Después	N (ha)	G ($m^2 \cdot ha^{-1}$)	V ($m^3 \cdot ha^{-1}$)	N (ha)	G ($m^2 \cdot ha^{-1}$)	V ($m^3 \cdot ha^{-1}$)	MT ($m^3 \cdot ha^{-1}$)	IMA ($m^3 \cdot ha^{-1}$)	ICA ($m^3 \cdot ha^{-1}$)	Cr (%)			
4	14.15	12.22	12.31	15.18	18.75	1640	19.52	122.48				122.48	30.62					
6	16.99	15.25	16.86	15.62	18.36	1186	23.43	197.52	454	5.40	33.91	231.43	38.57	54.47	30.78			
8	18.83	17.29	18.01	16.57	17.46	1068	27.21	250.84	118	3.33	19.65	304.40	38.05	36.48	13.61			
10	20.15	18.61	19.44	16.79	16.79	1008	29.82	289.50	60	1.52	14.09	357.15	35.15	26.37	7.97			
12	21.14	19.66	20.45	16.01	16.30	972	31.92	318.54	36	1.07	11.80	397.99	33.16	20.43	5.40			
14	21.92	20.49	21.20	15.72	15.93	947	33.43	341.04	25	0.82	9.00	429.49	30.67	15.75	3.80			

Cuadro 5. Tabla preliminar de crecimiento de *G. arborea* Roxb. para el Pacífico Seco de Costa Rica. Índice de Sitio 20.

Edad (años)	h_{dom} (m)	h_m (m)	D ₄ (cm)	S %		N (ha)	G (m ² ·ha ⁻¹)	V (m ³ ·ha ⁻¹)	Masa Intermedia			Masa Total			Incrementos			
				Antes	Después				N	G	V	MT (m ³ ·ha ⁻¹)	IMA (m ³ ·ha ⁻¹)	ICA (m ³ ·ha ⁻¹)	Cr (%)			
4	16.48	14.70	13.59	13.04	16.18	1624	23.55	201.91				201.91	50.48					
6	19.09	17.48	17.83	13.96	16.22	1203	30.05	285.00			421	6.10	52.31		337.31	56.21	67.7	25.11
8	20.74	19.24	20.42	14.93	15.89	1063	41.96	338.61			140	3.49	33.14		424.06	53.00	43.30	11.39
10	21.89	20.46	22.16	15.05	15.61	988	38.10	375.50			75	2.46	23.87		357.15	48.43	30.12	6.63
12	22.75	21.37	23.40	15.02	15.37	944	40.59	402.30			44	1.69	16.48		397.99	44.00	21.89	4.32
14	23.43	22.10	24.33	14.93	15.18	912	42.40	422.60			32	1.38	13.63		429.49	40.14	16.96	3.11

También debido a la alta densidad de las parcelas evaluadas se obtuvo bajos rendimientos en diámetro a que el incremento se concentra en un mayor número de árboles comparado con plantaciones raleadas más intensamente. Pero se supone que esta situación no afectó significativamente la producción total calculada, porque según Assman, citado por Klepac (1981), se produce casi el mismo incremento tanto en una masa con un volumen máximo en pie como en una con las dos terceras partes de dicho volumen. Por lo tanto, se puede establecer que diferentes intensidades de raleo dentro de esos límites tienen una influencia mínima en la magnitud del incremento total, Klepac (1981).

Los rendimientos obtenidos en la zona de estudio concuerdan con la hipótesis de que dentro de amplios rangos de espesura la producción total registra pequeñas variaciones. Lamb (1981) reporta graduaciones medias anuales que alcanzan desde 20,98 m³ ha.⁻¹ a la edad de 12 años en sitios de baja calidad, hasta 31,47 m³ ha.⁻¹ en sitios de mayor productividad a los ocho años de edad y con parcelas bien raleadas. En la zona de estudio se determinaron incrementos medios de hasta 16,98 m³ ha.⁻¹ para sitios promedio a los 12 años de edad, y se obtuvieron crecimientos medios de hasta 48,00 m³ ha.⁻¹ a los diez años de edad para sitios relativamente buenos (IS 20), con base en parcelas poco intervenidas.

CONCLUSIONES

La melina, según los resultados obtenidos, se perfila como una especie de rápido crecimiento.

La especie puede ser considerada como posible sustituta del pino en la producción de madera para pulpa, debido a que su producción es mayor y presenta mejores condiciones para el pulpado.

No se cuenta con una tabla de volumen aplicable a la especie, que sea confiable en un amplio ámbito de alturas y diámetros y que facilite la evaluación de las producciones. Los crecimientos en volumen deben analizarse considerando esta limitación.

BIBLIOGRAFIA

- Alder, D. 1981. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento. Vol.2. Predicción del rendimiento 2/22. FAO. Estudio de Montes. Roma. 182 pp.
- Bailey, R.L. and Clutter, J.L. 1963. Base-Age invariate polymorphic site curves. *Forest Science*. 20:155-159.
- Clutter, J.L. 1963. Compatible normal tables. Growth and yield for loblolly pine. *Forest Science*. 9:354-371.
- Curtis, R.O., 1970. Stand density measures: An interpretation *Forest Science*. 16:403-407.

- Del Valle Arango, I. 1975. Crecimiento y rendimiento de Cupressus lusitanica Mill. en Antioquia, Colombia utilizando parcelas permanentes. Tesis, Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 122 pp.
- Faustino, D.N. Jr. and Bassug, E.M. 1977. Survival and growth of some promising tree species in Eastern Mindanao. United Report Sylvatrop. 2(3):209-241.
- González, M. 1981. Valoración forestal. Escuela de Ciencias Ambientales. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. Mimeografiado. 59 pp.
- González, M. 1982. La epidometría del árbol. Escuela de Ciencias Ambientales. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. Mimeografiado. 64 pp.
- Groenendijk, H. 1983. Tablas de crecimiento Cupressus lusitanica para el Valle Central de Costa Rica. Universidad Nacional. Dirección General Forestal. Heredia, Costa Rica. 20 pp.
- Hawley, R. y Berger, 1983. Determinación de edad óptima de corte de provocamientos de Eucalyptus. IPEF. Piracicaba. 7:49-69.
- Jiménez, S. 1985. Tablas preliminares de crecimiento para Gmelina arborea Roxb., aplicables al Pacífico Seco de Costa Rica. 108 pp.
- Klepac, V. 1981. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. Primera edición en español. Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio de Bosques. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México. 365 pp.
- Lamb, A.F.A. 1970. Especies maderables de crecimiento rápido en la tierra baja tropical. Boletín del Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación (33/34):21-51.
- Mackay, E. 1964. Dasonometría. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid. 603 pp.
- Schumacher, F.X. 1939. A new growth curve, and its application to timber yield studies. Journal of Forestry. 37:819-820.
- Vélez, M.J. 1982. Índice de sitio, su estimación edáfica y rendimiento de Eucalyptus saligna en Antioquia. Universidad Nacional de Colombia, Sección Medellín. Facultad de Agronomía. 48 pp.