



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

1991. Vol 7(1): 37-48.

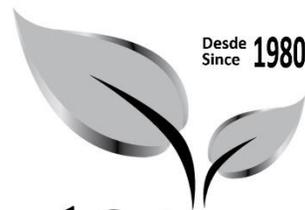
DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/rca.7-1.3>

URL: [www.revistas.una.ac.cr/ambientales](http://www.revistas.una.ac.cr/ambientales)

EMAIL: [revista.ambientales@una.cr](mailto:revista.ambientales@una.cr)

Sergio Mena Arias

# Revista de CIENCIAS AMBIENTALES Tropical Journal of Environmental Sciences



## Crecimiento en altura de Gmelina arborea Roxb. En el Pacífico seco de Costa Rica

Height growth of Gmelina arborea Roxb. In the dry Pacific of 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.

## CRECIMIENTO EN ALTURA DE GMELINA ARBOREA ROXB. EN EL PACIFICO SECO DE COSTA RICA

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

Sergio Jiménez Arias<sup>1</sup>

### RESUMEN

En la presente investigación se determinó el incremento de la altura dominante para Gmelina arborea Roxb. para cinco índices de sitio en el Pacífico Seco de Costa Rica.

Las curvas se elaboraron con datos obtenidos del análisis fustal completo de seis árboles de la especie ubicados en parcelas experimentales poco intervenidas y utilizando el procedimiento de término independiente común para confeccionar las curvas de índice de sitio.

Se estimaron rendimientos medios en altura para la especie que oscilan entre 2,5 metros por año en los primeros 5 años de vida de la plantación y 0,32 metros por año como promedio cuando la plantación sobrepase los 15 años.

### INTRODUCCION

El establecimiento de plantaciones forestales con fines de producción ha tomado gran auge en la última década en Costa Rica. Un obstáculo que enfrenta el silvicultor es la ausencia de información sobre la capacidad productiva de la plantación con respecto del sitio donde fue instalada, situación que ha resultado en la mayoría de los casos, en un manejo poco idóneo para lograr un óptimo desarrollo de la masa forestal. Esto, a su vez, provoca una subutilización de la potencialidad productiva del sitio o deterioro gradual del cultivo a causa de la indebida utilización del terreno.

La presente investigación tiene como objetivo estimar la relación entre la edad, el crecimiento en altura y el índice de sitio para Gmelina arborea Roxb. en el Pacífico Seco de Costa Rica. Las curvas de índice de sitio permitirán al silvicultor sugerir esquemas de manejo considerando la calidad de cada sitio.

---

<sup>1</sup> Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

Además, la evolución en altura es requisito fundamental para estimar la producción en especial del sitio (tablas de rendimiento).

## MATERIALES Y METODOS

Las curvas de índice de sitio se confeccionaron con datos obtenidos del análisis fustal completo de seis árboles de Gmelina arborea extraídos de plantaciones ubicadas en las siguientes localidades:

- A. Cebadilla, Alajuela. La plantación fue establecida por el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) en 1968. El espaciamiento inicial fue de 2,0 x 2,0 m. De aquí se tomó un árbol para efectuar el análisis respectivo.
- B. Colorado, Liberia. La plantación fue establecida en 1967, en la propiedad de los Hermanos Baltodano, ubicada 500 mts. noreste del Centro de Recreación del ICE, con una densidad inicial de 2,0 x 2,0 m. Se muestrearon dos árboles uno en 1982 y otro en 1984.
- C. Cañas, Guanacaste. La plantación ubicada en la estación experimental Enrique Jiménez, del Ministerio de Agricultura y Ganadería, fue instalada en 1973 con un distanciamiento inicial de 2,0 x 2,0 m. Se muestrearon dos árboles.
- D. Hojancha, Guanacaste. La plantación ubicada al costado oeste del Colegio Agropecuario, fue establecida en mayo de 1978 y con un espaciamiento inicial de 2,5 x 2,5 m. La muestra (1 árbol) fue colectada en 1984.

El análisis fustal permite reconstruir la historia de crecimiento del árbol. Cuando el árbol es representativo de la plantación de donde se extrae se puede estimar la evolución de la altura del rodal a través de la información suministrada por dicho árbol.

La metodología utilizada en los análisis fustales fue la siguiente:

Una vez elegidas las plantaciones se establecieron parcelas circulares de 0.02 Ha. (200 m<sup>2</sup>) con el objeto de medir el área basal y la altura dominante y media. Con estos datos se localizó en cada plantación el árbol medio, el cual ocupaba una posición dominante, o codominante con alta probabilidad de promoverse a dominante y no se encontraba en el borde de la parcela ni era demasiado acanalado. A este árbol se le marcó el diámetro normal en pie (1,30 m.) y se volteó utilizando cuando era posible 0,30 m. como línea de derribo. Una vez volteado el árbol se dividió en segmentos de 1 m. a partir de 1,30 m. y hasta un diámetro superior mínimo de 1 ó 2 cm. Concluida esta labor se midió la altura total del árbol desde la base hasta el ápice terminal. Por último se obtuvo una muestra de

la madera de dos a cinco centímetros de grosor (galletas) en cada una de las marcas establecidas.

La galleta se extrajo como suma precaución para asegurar un corte recto y de grosor homogéneo. Previo a su análisis, las galletas se cepillaron utilizando una cantidora fija.

También se realizó un conteo provisional de los anillos en el tocón y se comparó con los registros de edad de la plantación para verificar su periodicidad y a la vez detectar posibles anillos falsos.

Luego se determinó el diámetro de cuadratura para cada una de las galletas de la siguiente manera.

a. Se midió el diámetro de la muestra preferiblemente con una cinta diamétrica para evitar errores de medición. Luego se obtuvo un valor igual al doble del diámetro que debe ser igual a la suma de los cuatro radios que se marcan en la galleta. El procedimiento del marcaje de los radios es el siguiente:

b. Tomando la médula de la galleta como punto de partida se marcaron y se midieron tres radios en direcciones opuestas, y a la sumatoria de las longitudes de estos tres radios se le restó el doble del diámetro; el resultado es el radio cuadratura buscado y que debe marcarse en la galleta. Matemáticamente el radio de cuadratura se puede expresar como:

Donde:

$$R_c = 2 D - \sum_{i=1}^{i=3} r$$

$R_c$  = radio cuadratura

$D$  = Diámetro

$r$  = radio

Por último se midió la longitud de los radios para cada anillo y se obtuvo un promedio; si durante la medición de los anillos surgió la posibilidad de que uno fuera falso se recurrió a los registros de precipitación de la estación meteorológica más cercana a la plantación para detectar periodos secos prolongados (e.g. mitad de año) que pudieran indicar la existencia de un anillo falso. Es indicador del anillo falso el hecho que no se encuentre perfectamente demarcado en toda la circunferencia o cuando en el anillo no se observan bandas de parénquima bien definidas.

## **CONSTRUCCION DEL PERFIL DEL CUERPO AXIAL DEL ARBOL**

El objetivo primordial de la construcción del perfil del fuste es interpolar la altura total del árbol a las diferentes edades, debido a que el análisis fustal no brinda directamente esta información (González, 1982).

Para obtener el perfil se debe graficar la longitud del radio versus las alturas, colocando en el eje de las abscisas la longitud del radio y en eje de las ordenadas la altura; una vez concluido el perfil se debe utilizar el comportamiento del crecimiento en altura del último anillo del árbol como base para interpolar gráficamente la altura total alcanzada por el fuste a las diferentes edades según metodología expuesta por González (1982).

Una vez realizada la interpolación es factible leer en el eje de las ordenadas la altura total alcanzada por el fuste a las distintas edades, con esta información se puede obtener la evolución en altura total del árbol con respecto de la edad y representarlo gráficamente para comprobar si la curva se ajusta al modelo establecido por la investigación epidométrica (una curva en forma de S).

## **CONFECCION DE CURVAS DE INDICE DE SITIO**

Una vez obtenida la evolución de altura de los diferentes árboles estudiados se debe buscar la relación altura-edad-índice de sitio que usualmente se denomina curva de índice de sitio.

En el presente trabajo se ensayaron los modelos descritos por Bailey y Clutter, (1974); Schumacher (1939); Glendon Grut citados por Del Valle, (1975) y Lawrence (1984).

Las curvas se construyeron utilizando el método de términos (Alder, 1982). La edad indicadora utilizada fue de 7 años ya que esta edad se encuentra dentro del ámbito de la curva donde existen datos de campo y además está cerca del turno de rotación para plantaciones con el objetivo de producir pulpa de papel.

## **RESULTADOS**

Los resultados obtenidos en la investigación fueron los siguientes:

Del análisis fustal e interpolación en altura se obtuvo la información que presenta el cuadro 1 sobre la altura dominante.

Cuadro 1. Altura dominante obtenida por análisis fustal

Edad	LUGAR					
	COLORADO	GARITA	CAÑAS	CAÑAS	COLORADO	HOJANCHIA
	<i>h dom</i>					
1	4.00	4.50	3.50	3.70	3.30	3.75
2	6.90	6.50	5.50	4.70	5.70	6.75
3	11.10	9.30	7.60	6.30	10.60	8.90
4	13.50	11.40	9.30	7.80	13.60	11.40
5	15.90	13.40	11.30	9.00	15.60	14.77
6	17.80	15.00	13.40	13.40	17.50	16.85
7	19.10	16.40	14.80	13.65	19.60	—
8	20.00	17.50	16.45	15.35	20.20	—
9	20.60	18.40	17.10	16.00	20.70	—
10	21.50	19.10	17.60	17.20	21.50	—
11	21.80	19.80	—	—	22.40	—
12	22.30	19.40	—	—	23.30	—
13	22.80	19.90	—	—	23.70	—
14	23.10	20.20	—	—	24.30	—
15	23.40	—	—	—	24.50	—
16	—	—	—	—	24.80	—

Para construir las curvas de índice de sitio se utilizó la ecuación de Bailey y Clutter (1974) ajustada con los siguientes estimadores:

$$L_n h_{dom} = 3.4246 - 2.2969 - \frac{1}{E^k}$$

Donde:

$L_n h_{dom}$  = Logaritmo neperiano de altura dominante

E = Edad

K = 0.6649

El conjunto de curvas se construyó siguiendo el procedimiento de término independiente común en donde el valor de  $b_i$  para cada curva viene dado por

IS	$b_i$
12	-3.4268
14	-2.8647
16	-2.8647
18	-1.9481
20	-1.5640

Si sustituimos cada uno de los valores de  $b_i$  en la ecuación original, tendremos la relación buscada: altura dominante-edad-índice de sitio como se ve en el cuadro 2.

Cuadro 2. Relación Altura Dominante - Edad - Índice de Sitio

Índice de Sitio	Ecuación Altura Dominante - Edad
12	$L_n H_{dom} = 3.4246 - 3.4268 \frac{1}{E^k}$
14	$L_n H_{dom} = 3.4246 - 2.8646 \frac{1}{E^k}$
16	$L_n H_{dom} = 3.4246 - 2.377 \frac{1}{E^k}$
18	$L_n H_{dom} = 3.4246 - 1.9481 \frac{1}{E^k}$
20	$L_n H_{dom} = 3.4246 - 1.5640 \frac{1}{E^k}$

Donde:  $K = 0.6649$

Con esa serie de ecuaciones se graficó el conjunto de curvas de índice de sitio, que se ve en la figura 1.

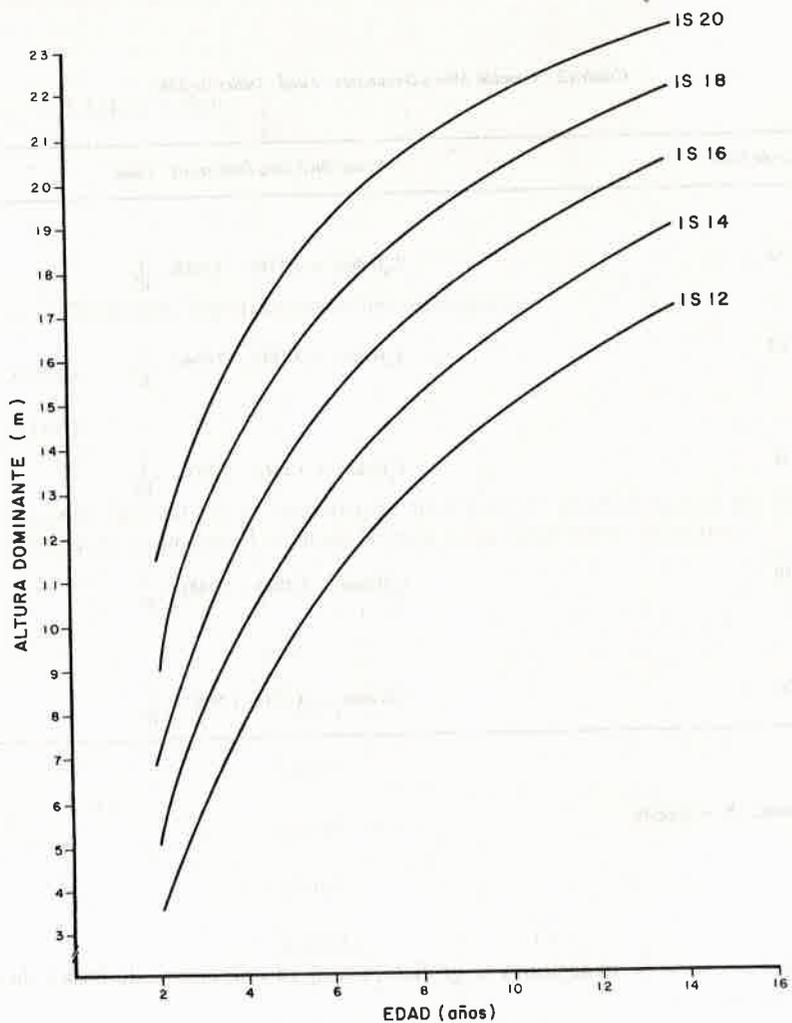


FIGURA 1. Curvas de índice de sitio para *Gmelina arborea* Roxb. aplicables al Pacífico Seco de Costa Rica. ( Preliminar).

## DISCUSION

El estudio de crecimiento de Gmelina arborea a través de un análisis epidométrico del fuste, actualmente en Costa Rica presenta los siguientes inconvenientes.

- a. La mayoría de las parcelas tienen poca edad, por lo que el crecimiento en altura obtenido en el análisis fustal puede estar influido por los cuidados culturales, mortalidad y la técnica de plantación del rodal, entre otros factores.
- b. Al existir pocas parcelas en el país con edad suficiente para estudiar crecimiento por análisis fustal y estar ubicadas en sitios homogéneos, no se puede realizar un muestreo que fuera representativo para el estudio de crecimiento de Gmelina en la zona de estudio.
- c. Los rodales que presentan condiciones tanto de edad, como de sitio para realizar análisis fustal no cuentan con registros de mediciones permanentes que permitan relacionar la evolución en altura del árbol individual con lo de la masa.

Las curvas de evolución en altura para los diferentes rodales estudiados, representan el primer intento en el país para definir la tendencia de la curva de crecimiento en altura para cultivos de Gmelina arborea en zonas secas, la evolución determinada se ajusta a lo expuesto por Lamb (1970) donde anota que la melina crece muy rápidamente durante los primeros siete años, y a partir del octavo año se hace ligeramente más lento su crecimiento.

En cuanto a crecimiento en altura en la zona de estudio se determinaron mediante análisis fustales incrementos corrientes en altura de hasta 4,5 mg. por año para los mejores sitios, y 3,5 m. por año en los peores sitios durante los primeros 5 años de la masa.

Estos incrementos son superiores a los reportados por Lamb (1970) para suelos de sabana en Nigeria donde se alcanzan hasta 3 m. de crecimiento en altura por año; esta situación puede deberse a que las plantaciones donde se colectaron árboles para realizar análisis fustal, están instalados en suelos planos, bien drenados y profundos, que según Lamb (1970) representan las mejores condiciones para el crecimiento de melina.

De los modelos ensayados se eligió la ecuación de Bailey y Clutter (1974) para construir las curvas de índice de sitio, aunque la ecuación propuesta por Glendon (citado por Vélez, 1982) se obtuvo un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) mayor y un menor error de estimación. La razón de la elección es que Alder (1982) define con bastante detalle el método de construcción de curvas de índice de sitio a través de la ecuación propuesta por Bailey y Clutter, mientras que Glendon solo propone el modelo de crecimiento en función de la edad.

Por otra parte se eligió el método de curvas con término independiente común, sobre el método de pendiente común ya que Del Valle (1975) manifiesta que la familia de curvas

con término independiente común representan mejor la tendencia real de la curva.

Se construyó la curva de crecimiento para cinco índices de sitio porque como antes se mencionó las parcelas existentes en la zona de estudio abarcan un ámbito de índices de sitio muy estrecho y no existen datos que permitan una mejor extrapolación.

Por otra parte la precisión de las curvas es difícil de determinar ya que no existen en el país estudios similares para comparar resultados Greaves (1978) determinó las curvas de índices de sitio para Gmelina arborea en Nigeria utilizando datos provenientes de análisis fustal cuyos resultados demuestran que la forma de la curva obtenida para la zona de estudio es similar a la construida por este autor.

## CONCLUSIONES

Las curvas elaboradas son un primer intento de predecir incrementos en altura en plantaciones de Gmelina arborea Roxb. ubicadas en zonas secas de Costa Rica.

La Gmelina arborea es una especie que permite calcular la evolución de altura y diámetro, a través de un análisis epidométrico del fuste sin mucha dificultad debido a lo visible de sus anillos; no obstante, un alto porcentaje de las parcelas y plantaciones existentes en el país, por su edad, no permiten estudiar la evolución en altura de la especie por este método.

La falta de parcelas o plantaciones en sitios relativamente malos no permitió cuantificar directamente crecimientos para los índices de sitio más bajos, teniendo que recurrir a extrapolar los datos.

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

El análisis fustal representa un buen sustituto de las parcelas permanentes para estudiar los crecimientos en altura en las especies que lo permiten.

## BIBLIOGRAFIA

- Alder, D. 1981. Estimación de volumen forestal y predicción de rendimiento. Vol.2. Predicción del rendimiento 2/22 de Commonwealth Forestry. FAO. Estudio de Montes. Roma.
- Bailey, R.L. and Clutter, J.L. 1974. Base. Age. Invariant Polymorphic site Curves. Forest Science. 29:155-159. 1974.

- González, M. 1982. La epidimetría del árbol. Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. Mimeografiado. 94 pp.
- Greaves, A. 1978. Site Index Curves for Gmelina arborea Roxb. C.F.I. Occasional papers. Department of Forestry, Commonwealth Forestry Institute. University of Oxford. No.2. 8 pp.
- Vélez, M.J. 1982. Índice de Sitio, su estimación Edáfica y Rendimiento de Eucaliptus saligno. En Antioquía. Tesis de grado presentada como requisito para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Colombia, Sección Medellín, Facultad de Agronomía.
- Lamb, A.F. 1970. Especies maderables de crecimiento rápido en la tierra baja tropical Gmelina arborea. Boletín Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Enseñanza. Mérida, Venezuela (33/34):21-51.
- Schumacher, f.x. 1939. A new growth curve and its application to timber yield studies. Journal of Forestry. 37:819-820.
- Vincent, W.L. 1984. Manejo de plantaciones forestales, calidad de sitio para pino caribe en sabanas orientales de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Universidad de los Andes. 56 pp.
- Jiménez, S. 1985. Tablas de rendimiento para Gmelina arborea Roxb aplicables al Pacífico Seco de Costa Rica. Tesis de Grado presentada como requisito de Licenciado en Ciencias Forestales con especialidad en Producción Forestal. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 108 pp.
- Del Valle I. 1975. Crecimiento y rendimiento de Cupressus lusitanica Mill. En Antioquía, Colombia utilizando parcelas permanentes. Tesis de Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 112 pp.

1870

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...