

MANEJO DE DENSIDAD EN RODALES DE POCHOTE (*Bombacopsis quinata* (Jacq) Dugand) EN LAS TIERRAS BAJAS DE COSTA RICA*

Eladio Chaves Salas y Orlando Chinchilla Mora
Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica

RESUMEN

Se presentan los resultados sobre la respuesta del pochote, a diferentes intensidades de aclareo, para un período de cinco años de observación en dos sitios en Costa Rica: Nicoya y Santa Cruz. En Nicoya, se realizaron dos aclareos: a los cinco años de edad, cuando se tenía un área basal promedio de 17.8 m²/ha, y a los siete años, cuando las parcelas testigo tenían 24.80 m²/ha. El aclareo se consideró temprano, ya que no había alcanzado el área basal que limita el crecimiento, por lo que no se encontraron diferencias significativas, en el incremento en diámetro y en altura, aunque sí en el área basal. En el período 1986-1988, después del segundo aclareo, el efecto de los tratamientos resultó altamente significativo para el incremento en diámetro y área basal, mientras que para el incremento en altura resultó no significativo. En Santa Cruz se realizó sólo un aclareo, a los seis años, cuando tenía un área basal promedio de 18.1 m²/ha. En el período 1985-1988 el efecto de los tratamientos resultó significativo para el incremento en diámetro y área basal y no significativo para el incremento en altura. En el período 1986-1988 el efecto del tratamiento resultó no significativo para el diámetro y altura, pero sí para el área basal. El efecto de la densidad fue significativo sobre el incremento diamétrico y área basal, cuando las plantaciones alcanzaron un área basal entre 22 y 25 m²/ha; por lo tanto, la primera intervención debe realizarse cuando se alcance dicha área basal, y extraer entre 6 y 8 m²/ha para lograr un buen ritmo de crecimiento. En el segundo aclareo puede seguirse la misma recomendación.

ABSTRACT

Results are presented on response of *B. quinata* (Jacq) Dugand to different thinning intensities, for a five year period of observation in two sites in Costa Rica. Two thinnings were done at the Nicoya plantation; the first one when trees were five years old (17.8 m²/ha) and the second two years later, when the control plots had 24.8 m²/ha in basal area. The first thinning was done before time because the plot had not reached a limiting basal area. Therefore no significant differences in diameter and height increment between treatments were found. However significant differences in basal area increment were found. For the 1986-88 period the treatment effects resulted in highly significant diameter and basal area increments, but not for height increments. In the Santa Cruz plantation only one thinning was done when trees were six years old and the average basal area was 18.05 m²/ha. For the period 1985-88 treatment effect showed significant increments in diameter and basal area, but not height increments. While for the period 1986-88 the treatments showed no significant effect in diameter and height increments. The stocking influenced the diameter and basal area between 22 m²/ha and 25 m²/ha. With this evidence at hand, we suggest that the first thinning should be done when the basal area reaches the sizes mentioned above, and between 6-8 m²/ha should be removed to get a good plantation development. The recommendation applies for the second thinning.

INTRODUCCION

El pochote (*Bombacopsis quinata* (Jacq) Dugand) tuvo una distribución natural en la zona del bosque seco y bosque húmedo en la costa

* Proyecto 822048 financiado parcialmente por AID 032 y la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad Nacional

pacífica de Costa Rica. Sin embargo, esta especie fue sobreexplotada durante la década del 60 y mediados de 1970, debido a su alto valor en el mercado nacional e internacional.

El área reforestada con pochote ha aumentado lentamente, pero en forma creciente. Este aumento ha sido favorecido con la aprobación de los incentivos forestales y la aprobación de la nueva Ley Forestal. Hasta 1986 se había reforestado en el país un total de 16.859 ha (Moreira y Palma, 1987), de las cuales el 14 % fue reforestado con pochote. Debido a su importancia en la reforestación, el pochote es una especie prioritaria para los estudios de propagación, establecimiento, manejo y mejoramiento genético.

En el campo del mejoramiento genético del pochote existe alguna información sobre trabajos realizados en Venezuela (Melchior, 1972, Melchior *et al.*, 1971, Quijada, 1980, 1981, 1988).

En el aspecto taxonómico, Stevens (1987) realizó una amplia revisión y determinó que el nombre del género *Pochota* tenía anterioridad y validez sobre *Bombacopsis*, pero el consejo taxonómico no aceptó la propuesta.

En el aspecto ecológico silvicultural, se pueden citar los trabajos de Finol (1964) y Navarro (1987). Pero la información sobre aclareos y rendimientos es escasa.

Un primer trabajo sobre este aspecto se ha realizado en la Universidad Nacional, bajo el proyecto sobre ensayos de aclareos en plantaciones. Estos ensayos fueron establecidos en Nicoya y en Santa Cruz.

La evaluación periódica de los ensayos de aclareo en parcelas permanentes es el método más seguro para obtener información confiable sobre crecimiento y la respuesta de la masa residual al tratamiento.

Con esta investigación se pretende establecer normas de aclareo en plantaciones de pochote con fines de producción de madera para aserrío, evaluando las diferentes intensidades de aclareo, para así determinar el nivel óptimo de espesura.

METODOLOGIA

Las plantaciones se localizan al noroeste de Costa Rica, en la provincia de Guanacaste. En Nicoya con una extensión de 5 ha y una densidad de 1.600 árboles/ha, y en Santa Cruz con una extensión de 3 ha con una densidad de 2.500 árboles/ha. Ambas plantaciones fueron establecidas en 1979. Se utilizaron arbolitos en bolsa provenientes de vivero.

Nicoya presentó una precipitación promedio de 2.271 mm, con un período seco de tres a cuatro meses (diciembre hasta marzo) y los meses más lluviosos, setiembre y octubre. La temperatura media anual fue de 26 °C. En Santa Cruz la precipitación fue de 1.994 mm, con una temperatura media anual de 27 °C (Instituto Meteorológico Nacional, 1981).

Los suelos en los sitios son profundos (1.5 m), de textura liviana de franco arenoso a franco arcilloso, con un pH ligeramente ácido entre 5.8 y 6.2. El contenido de magnesio se encuentra por encima del nivel crítico (8.7 mcg/100 ml), el contenido de fósforo (3.8 ug/ml) y potasio (0.1 ug/ml) son bajos, mientras que el contenido de calcio (29.3 mcg/100 ml) es medio.

Para la ubicación del ensayo, se siguió la metodología de parcelas permanentes de aclareo y rendimiento (Silva, 1971, Voorhoeve y Schulz, 1968). Las parcelas se ubicaron en condiciones uniformes de densidad y suelo. Cada árbol fue identificado y el punto de medición de diámetro se marcó con un anillo de pintura.

En Nicoya se demarcaron 16 parcelas y 8 en Santa Cruz, como el número máximo de parcelas que permitió cada plantación. El tamaño de cada parcela fue de 500 m², subdivididas en 5 subparcelas de 100 m² para facilitar la medición de la altura dominante. Cada parcela se identificó con un número romano pintado sobre un árbol dominante cercano al centro de la parcela.

Se utilizó como parámetro de aclareo el área basal. Los tratamientos se fijaron en 14-17 y 20 m²/ha, que se consideraron como aclareo fuerte, moderado y leve, respectivamente, y un testigo.

El análisis se basó en un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones en Nicoya y dos en Santa Cruz (Cochran y Cox, 1980).

Se midió anualmente el diámetro de todos los árboles a 1.30 metros sobre el nivel del suelo y el diez por ciento de las alturas dominantes. Se analizó el incremento en diámetro, altura y área basal, en el período 1984-1986 después del primer aclareo y en 1986-1988 después del segundo aclareo en Nicoya. En Santa Cruz se tomaron dos períodos, de 1985-1988 y de 1986-1988, después del primer aclareo.

Para el análisis de los datos se utilizaron los incrementos porcentuales que reflejan de mejor manera cuál fue la ganancia en diámetro, altura y área basal (Husch *et al.*, 1982) por medio de la fórmula:

$$IX = \frac{M_2 - M_1}{M_1}$$

Donde

IX = Incremento

M₂ = Medición al final del período

M₁ = Medición al inicio del período

Para los análisis de varianza los datos fueron transformados por el método de Arsen raíz cuadrada del incremento (Steel y Torrie, 1986). El análisis de varianza se complementó con una prueba de medias.

RESULTADOS Y DISCUSION

En los Cuadros 1 y 2, se presentan los análisis de varianza y la prueba de medias para dos períodos posteriores a los aclareos en Nicoya. En los Cuadros 3 y 4 se presentan los análisis de

CUADRO 1. Análisis de varianza y prueba de medias (Duncan) para las variables diámetro, área basal y altura en plantaciones de pochote (*Bombacopsis quinata*) después del primer aclareo para un período de tres años (1984-1986) en Nicoya, Costa Rica.

Fuente de variación	DIAMETRO		AREA BASAL			ALTURA		
	Gl	CM	F	CM	F	Gl	CM	F
Bloques	3	379.06	6.72**	1113.83	7.61**	3	97.05	2.92 NS
Tratamiento	3	403.83 NS	2.32 NS	901.08	5.00*	3	92.81	1.35 NS
Bloq* Trat.	9	173.93	3.08	180.27	1.23	9	68.86	2.07
Residuo	997	56.44		146.44		118	33.00	
Total	1012					133		

Prueba medias (DUNCAN)	N	DIAMETRO		AREA BASAL		N	ALTURA		
		\bar{X}	5%	\bar{X}	5%		\bar{X}	5%	
Tratamiento						Tratamiento			
20 m ² /ha	262	25.60	a	39.97	a	Testigo	36	39.55	a
Testigo	279	25.94	a	40.89	a b	14 m ² /ha	35	40.00	a
17 m ² /ha	251	27.63	a	42.30	b	20 m ² /ha	31	41.22	a
14 m ² /ha	221	28.23	a	44.90	b	17 m ² /ha	32	43.30	a

NS = No significativo < > 0.05

* = Significativo << 0.05

** = Altamente significativo << 0.01

\bar{X} = Corresponde al incremento transformado

Las medias unidas con la misma letra no presentan diferencias significativas

CUADRO 2. Análisis de varianza y prueba de medias (Duncan) para las variables diámetro, área basal y altura en plantaciones de pochote (*Bombacopsis quinata*) después del segundo aclareo para un período de tres años (1986-1988) en Nicoya, Costa Rica.

Fuente de variación	Gl	DIAMETRO		AREA BASAL		Gl	ALTURA	
		CM	F	CM	F		CM	F
Bloques	3	70.16	2.74**	147.93	2.32 NS	3	64.69	3.23 **
Tratamiento	3	1510.95	21.24**	3857.49	19.86**	3	25.33	0.51 NS
Bloq*Trat.	9	71.14	2.77	194.21	3.08	9	49.22	2.46
Residuo	706	25.64		63.83		127	20.04	
Total	721					142		

Prueba medias (DUNCAN)	N	DIAMETRO			AREA BASAL			N	ALTURA		
		\bar{X}	5%	1%	\bar{X}	5%	1%		\bar{X}	5%	
Tratamiento											
Testigo	248	13.47	a	d	19.69	a	d	20 m ² /ha	35	22.26	a
20 m ² /ha	194	15.63	b	d	23.07	b	d	17 m ² /ha	33	23.57	a
17 m ² /ha	147	19.17	c	e	28.46	c	e	14 m ² /ha	33	23.75	a
14 m ² /ha	133	19.34	c	e	29.36	c	e	Testigo	42	24.33	a

NS = No significativo < > 0.05

* = Significativo < < 0.05

** = Altamente significativo < < 0.01

\bar{X} = Corresponde al incremento transformado

Las medias unidas con la misma letra no presentan diferencias significativas

varianza y la prueba de medias para dos períodos posteriores al primer aclareo en Santa Cruz.

En el Cuadro 1 se presenta el análisis de varianza, donde se evaluó la respuesta de la plantación de pochote en Nicoya, a un aclareo a los cinco años de edad. La plantación presentó un área basal promedio de 17.5 m²/ha, por lo tanto, no fue posible establecer con claridad los tratamientos (Fig. 2). El efecto del aclareo sobre el incremento en el diámetro del área basal promedio (dg) resultó no significativo, sin embargo, en la prueba de medias (Cuadro 1) los mayores incrementos corresponden a los aclareos fuerte y moderado, donde se raleó hasta dejar un área basal de 14 m²/ha y 17 m²/ha, respectivamente, los menores correspondieron al testigo y al aclareo leve (20 m²/ha); la diferencia entre estos tratamientos se marcó por una parcela que presentó más de 20 m²/ha de área basal, las restantes tenían 17.50 m²/ha (Chaves y Vásquez, 1985).

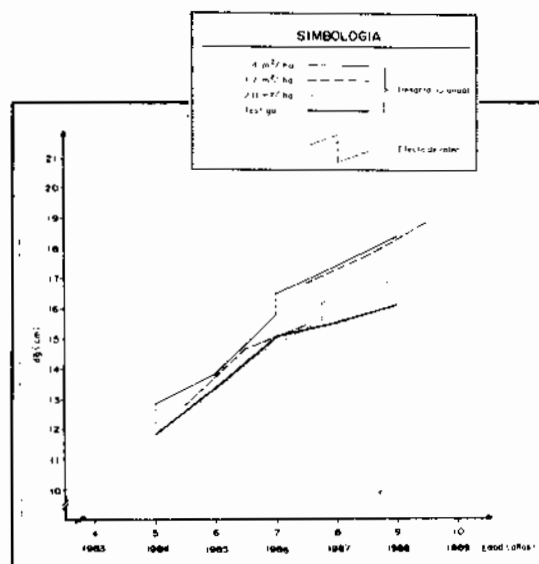


Fig. 1. Relación diámetro de área basal promedio-edad para diferentes tratamientos en una plantación de pochote en Nicoya, Guanacaste, Costa Rica.

CUADRO 3. Análisis de varianza y prueba de medias (Duncan) para las variables diámetro, área basal y altura en plantaciones de Pochote (*Bombacopsis quinata*) después del primer aclareo para un periodo de cuatro años (1985-1988) en Santa Cruz, Costa Rica.

Fuente de variación	Gl	DIAMETRO		AREA BASAL		ALTURA		
		CM	F	CM	F	Gl	CM	F
Bloques	1	1188.24	27.68**	4685.92	31.05**	1	19.48	0.41 NS
Tratamiento	3	230.62	18.67*	832.92	23.93*	3	68.59	0.49 NS
Bloq*Trat.	3	12.35	0.28	34.80	0.23	3	140.22	2.91
Residuo	530	42.93		151.80		61	48.15	
Total	537					68		

Prueba medias (DUNCAN)	N	DIAMETRO			AREA BASAL			N	ALTURA		
		\bar{X}	5%	1%	\bar{X}	5%	1%		\bar{X}	5%	
Tratamiento							Tratamiento				
Testigo	147	23.33	a	c	36.70	a	c	14 m ² /ha	18	38.04	a
17 m ² /ha	142	23.50	b	c d	36.78	b	c d	20 m ² /ha	14	39.12	a
14 m ² /ha	121	24.27	b	d	37.83	b	d	17 m ² /ha	19	39.23	a
20 m ² /ha	128	26.20	b	d	41.97	b	d	Testigo	18	42.42	a

NS = No significativo < > 0.05

* = Significativo < < 0.05

** = Altamente significativo < < 0.01

\bar{X} = Corresponde al incremento transformado

Las medias unidas con la misma letra no presentan diferencias significativas

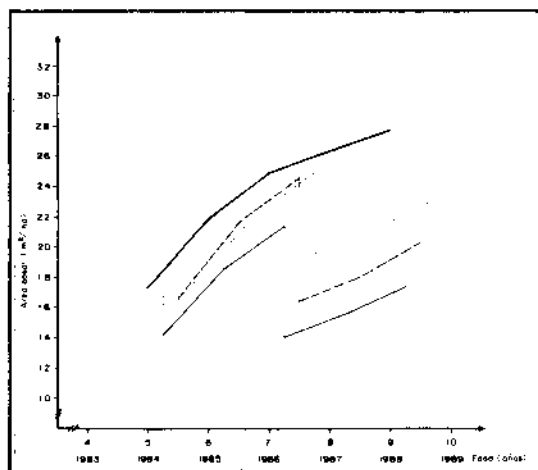


Fig. 2. Relación área basal-edad para diferentes tratamientos en una plantación de pochote en Nicoya, Guanacaste, Costa Rica.

Para el área basal el efecto debido a los tratamientos resultó significativo, o sea, que existen diferencias entre los incrementos en área basal. En la prueba de medias discrimina o separa el aclareo fuerte (14 m²/ha) del tratamiento de aclareo leve (20 m²/ha) (Cuadro 1), sin embargo, no existen diferencias entre el aclareo fuerte y el testigo; con esto queda en evidencia que el área basal de 17.5 m²/ha no es un factor limitante para el crecimiento del pochote a la edad de cinco años en suelos profundos como los del sitio de estudio en Nicoya (Fig. 2). Por lo tanto, la primera intervención se debe realizar a los seis o siete años, cuando el área basal se halle entre 22 y 25 m²/ha, extrayendo 6 ó 8 m²/ha (Fig. 2). No existen experiencias previas sobre aclareos en pochote, pero sí en otras especies como teca en Venezuela y Trinidad, donde recomiendan hacer el aclareo cuando la plantación alcance un área basal de 25 m²/ha y reducirla a 18 m²/ha en los mejores índices de sitio. En sitios de inferior calidad el aclareo debe realizarse cuando la plantación alcance

22 m²/ha y bajarla a 16 m²/ha. Esta área basal se alcanzaría a los seis o siete años (Torres, 1982; Keogh, 1982; Miller, 1969).

En cuanto al crecimiento en altura dominante no existen diferencias significativas entre los tratamientos, ya que la altura se considera independiente de la densidad dentro de ciertos límites. El mayor incremento lo presentaron las parcelas del tratamiento 14 m²/ha y los menores las parcelas de tratamiento de 20 m²/ha (Cuadro 1).

El segundo aclareo en la plantación de Nicoya se realizó dos años después, cuando el área basal de las parcelas testigo estaba en 24.80 m²/ha; en esta segunda intervención sí quedaron claramente establecidos los tratamientos, tal como se observa en la Fig. 2.

El Cuadro 2 presenta el análisis de varianza y la prueba de medias, de la respuesta de la planta-

ción al momento de aclareo y dos años después. El efecto del tratamiento sobre el incremento diamétrico fue altamente significativo. La prueba de medias al nivel de 5 % separa el aclareo fuerte y moderado del aclareo leve y éste, a su vez, es diferente del testigo. En este caso se puede detectar un efecto altamente significativo de la densidad sobre el incremento diamétrico. El mayor incremento diamétrico se consiguió con los aclareos fuertes 14 y 17 m²/ha, el menor incremento fue para el tratamiento testigo. Al nivel de 1 % las medias de incremento diamétrico del testigo no presentó diferencias significativas con las medias del aclareo leve, pero sí de ésta con las medias de aclareo fuerte y moderado.

El incremento diamétrico fue mayor en el período 1984-1986 con respecto del período 1986-1988; el incremento para el primer período fue casi el doble del segundo, esto parece estar determinado por el modelo de desarrollo del árbol o del rodal,

CUADRO 4. Análisis de varianza y prueba de medias (Duncan) para las variables diámetro, área basal y altura diámetro, área basal y altura en plantaciones de Pochote (*Bombacopsis quinata*) un año después del primer aclareo, para un período de tres años (1986-1988) en Santa Cruz, Costa Rica.

Fuente de variación	Gl	DIAMETRO		AREA BASAL		Gl	ALTURA	
		CM	F	CM	F		CM	F
Bloques	1	199.89	8.42**	542.99	9.32**	1	15.95	1.01 NS
Tratamiento	3	104.48	8.78 NS	275.05	10.46*	3	36.73	0.45 NS
Bloq*Trat.	3	11.90	0.50	26.38	0.45	3	81.43	5.20
Residuo	514	23.73				76	15.65	
Total	521					83		

Prueba medias (DUNCAN)	N	DIAMETRO			AREA BASAL			N	ALTURA	
		\bar{X}	5%		\bar{X}	5%	1%		\bar{X}	5%
Tratamiento							Tratamiento			
17 m ² /ha	139	15.02	a	22.10	a	c	Testigo	23	26.84	a
Testigo	141	15.18	a	22.34	a	c	17 m ² /ha	23	26.89	a
14 m ² /ha	117	16.14	a b	23.83	a	b c	14 m ² /ha	20	27.43	a
20 m ² /ha	125	16.94	b	25.22	b	c	20 m ² /ha	18	29.69	a

NS = No significativo <> 0.05

* = Significativo << 0.05

** = Altamente significativo << 0.01

\bar{X} = Corresponde al incremento transformado

Las medias unidas con la misma letra no presentan diferencias significativas

que tiene su máximo incremento entre cinco y siete años de edad, para este sitio.

En la Fig. 1 se presenta el desarrollo del diámetro medio cuadrático (dg) con respecto de la edad; las parcelas testigo presentaron un dg ligeramente más bajo que los demás tratamientos a la edad de cinco años, pero la mayor diferencia se dio a partir del segundo aclareo, donde se marcó un punto de inflexión en el que la densidad afectó el crecimiento en el dg. Este punto tiene una importancia silvicultural, porque señala la necesidad de un aclareo. A los nueve años el dg del tratamiento testigo fue de 16.06 cm, 18.74 cm para el tratamiento de 17 m²/ha, 18.29 para 14 m²/ha y 17.51 cm para 20 m²/ha.

En cuanto al área basal el efecto del aclareo resultó altamente significativo, o sea, que existen diferencias en cuanto al incremento en área basal. Los mayores incrementos se presentaron en el aclareo fuerte y moderado. La prueba de medias al 5 % separó el aclareo leve del testigo; y los aclareos fuerte y moderado del leve. Al 1 % no se encontró diferencias entre el testigo y aclareo leve, pero sí de éstas con las medias de incremento del aclareo fuerte y moderado (Cuadro 2).

Para el período 1984-1986 se observó que el

incremento en área basal fue casi el doble que para el período 1986-1988. En términos relativos, el incremento varió entre 41 % para el tratamiento de menor incremento (20 m²/ha) y 49 % para el de mayor incremento (14 m²/ha). Mientras que en el segundo período, el incremento fue de 11,4 % para el tratamiento testigo y 24 % para el tratamiento de 14 m²/ha. En el segundo período, a pesar que el incremento fue inferior, se marcó claramente el efecto de la densidad sobre el incremento en área basal.

Para el incremento en altura, el efecto de los tratamientos resultó no significativo. El mayor incremento lo presentó el tratamiento testigo y el menor el de 20 m²/ha, aunque estas diferencias no fueron significativas (Cuadro 2), en contraste con el primer período, cuando el tratamiento testigo obtuvo el menor incremento. Esto se puede explicar en cierta medida por el modelo arquitectónico del árbol y la tendencia a desarrollar ramas gruesas, cuando se le da mayor espacio de crecimiento.

En la Fig. 5 se presenta el desarrollo de la altura dominante promedio por tratamiento; a los cinco años el tratamiento de 20 m²/ha le correspondió la mayor altura con 8.22 m y al tratamiento de 17 m²/ha la menor con 7.88 m. A los nueve años, el tratamiento de 20 m²/ha volvió a presentar la

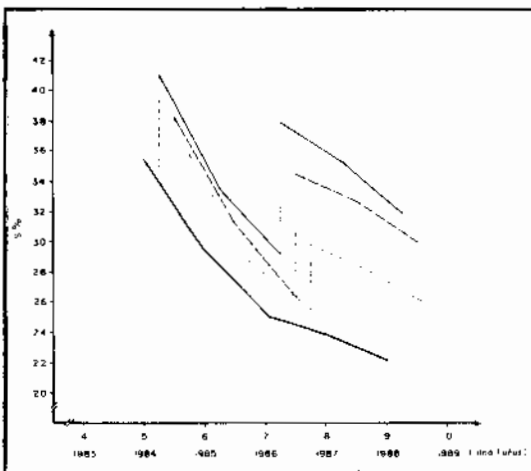


Fig. 3. Relación espaciamiento relativo-edad para diferentes tratamientos en una plantación de pochote en Nicoya, Guanacaste, Costa Rica.

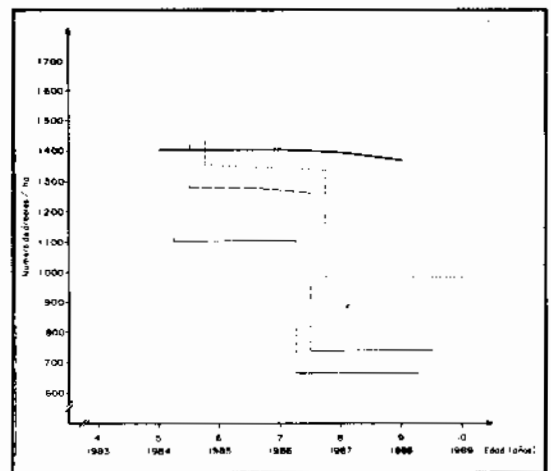


Fig. 4. Relación número de árboles-edad para diferentes tratamientos en una plantación de pochote en Nicoya, Guanacaste, Costa Rica.

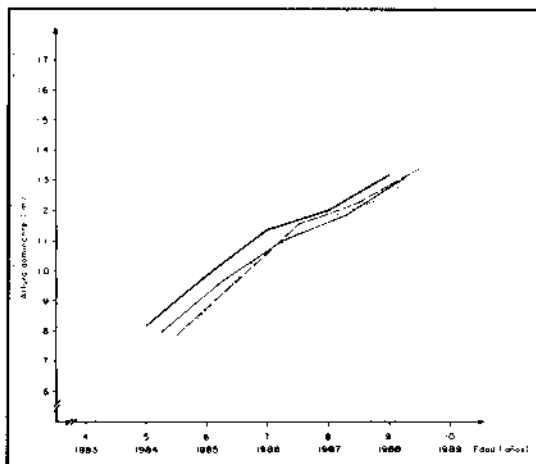


Fig. 5. Relación altura dominante-edad para diferentes tratamientos en una plantación de pochote en Nicoya, Guanacaste, Costa Rica.

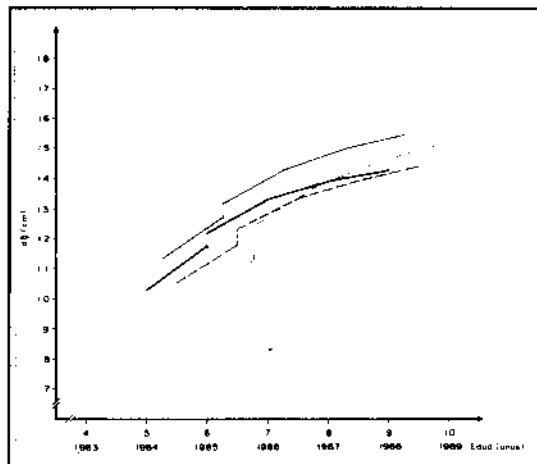


Fig. 6. Relación diámetro de área basal promedio-edad para diferentes tratamientos en una plantación de pochote en Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica.

mayor altura con 13.47 m, y el menor al tratamiento testigo con 13.11 m; la diferencia entre el promedio de alturas dominantes es menor de medio metro, por lo tanto, la plantación se consideró muy homogénea.

En la Fig. 3 se presenta la relación entre el espaciamiento relativo (S%) y la edad, aunque este parámetro no se utilizó para realizar los aclareos, se presenta para dar una idea entre cuál rango se puede mantener este parámetro. Con los aclareos fuertes (14 m²/ha) el S% se pasó de 35 % a 41 % en el primer aclareo y de 29.5 % a 38 % en el segundo; para el aclareo leve (20 m²/ha) este pasó de 35 % a 36 %, en el primer aclareo y de 25.5 % a 30 % en el segundo. Hasta el momento parece más recomendable el uso del área basal como medida de densidad que el S%.

En la Fig. 4 se presenta la relación entre el número de árboles y la edad; con el aclareo fuerte el número de árboles se bajó de 1.375 a 1.105 en el primer aclareo y a 665 en el segundo. Con el aclareo leve el número de árboles se bajó de 1.450 a 1.355 en la primera intervención y a 980 en la segunda.

En el caso de las parcelas testigo se presentó la muerte natural a partir de los ocho años de edad, cuando tenía un área basal de 26.26 m²/ha; esto da

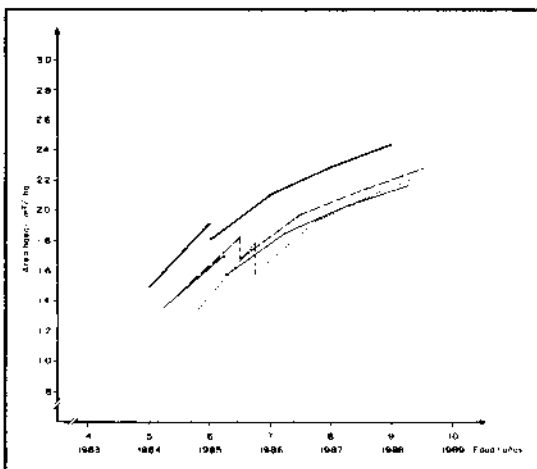


Fig. 7. Relación área basal-edad para diferentes tratamientos en una plantación de pochote en Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica.

una idea del número máximo de árboles que puede soportar un sitio, o cuándo hacer las intervenciones para evitar la competencia excesiva.

En el Cuadro 3 se presenta el análisis de varianza, donde se evaluó la respuesta de la plantación de Santa Cruz a un aclareo a los seis años de edad. La plantación presentó un área basal prome-

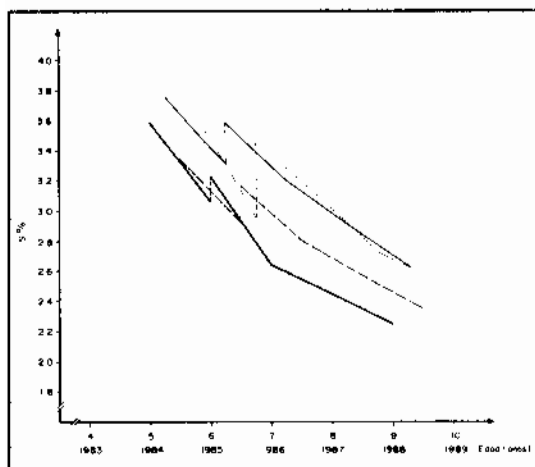


Fig. 8. Relación espaciamiento relativo-edad para diferentes tratamientos en una plantación de pochote en Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica.

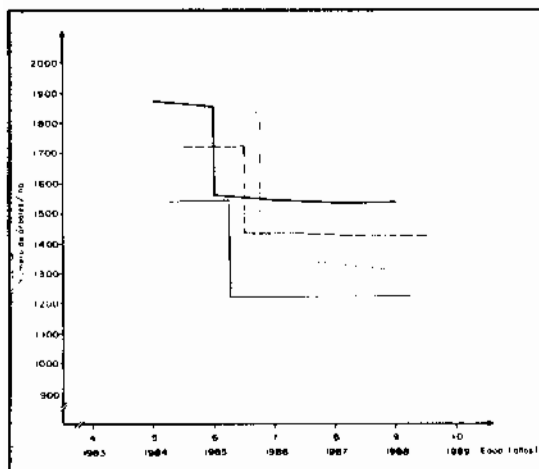


Fig. 9. Relación número de árboles-edad para diferentes tratamientos en una plantación de pochote en Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica.

dio de $18.05 \text{ m}^2/\text{ha}$, por lo tanto, los tratamientos no quedaron claramente definidos en la primera intervención (Fig. 7). El efecto del aclareo sobre el incremento en el diámetro del área basal promedio (dg) resultó significativo; en la prueba de medias existen diferencias significativas del 5 % entre el testigo y los demás tratamientos de aclareo. Al 1 % no hay diferencias entre el testigo y el tratamiento

de $17 \text{ m}^2/\text{ha}$, pero sí se consideran diferentes el tratamiento de $14 \text{ m}^2/\text{ha}$ y $20 \text{ m}^2/\text{ha}$ con el testigo.

En esta plantación existía un elevado número de árboles por ha, también muchos árboles con dos o tres fustes, por lo tanto, como se nota en las Figs. 6, 7 y 9, se raleó en todas las parcelas inclusive en las testigo, a las cuales se les dejó una sola guía por árbol.

El mayor incremento en el dg le correspondió al tratamiento de $20 \text{ m}^2/\text{ha}$, que en realidad quedó como en $15.72 \text{ m}^2/\text{ha}$ por la situación descrita anteriormente y por la existencia en área basal que presentó la plantación; esta fue una de las razones por las que este tratamiento presentó un alto incremento. También el número de árboles que se dejó en este tratamiento fue reducido, sólo siete árboles más que en el tratamiento de $14 \text{ m}^2/\text{ha}$, que se consideró el aclareo fuerte.

Para el área basal, el efecto de los tratamientos resultó significativo. En la prueba de medias al 5 % separa los tratamientos de aclareo del testigo. Al 1 % no existen diferencias entre el testigo y el tratamiento de $17 \text{ m}^2/\text{ha}$, pero sí entre el testigo y los tratamientos de 14 y $20 \text{ m}^2/\text{ha}$ (Cuadro 3). El mayor incremento en área basal lo presentó el tratamiento de $20 \text{ m}^2/\text{ha}$ y el menor el tratamiento testigo. En términos relativos el incremento fue de 44.7 % y 35.7 %, respectivamente (Cuadro 3).

En cuanto al incremento en altura, no se presentaron diferencias significativas, el menor incremento lo presentó el aclareo fuerte y el mayor el tratamiento testigo. Esto se puede explicar por la forma de copa que tiene el pochote, que una mayor densidad lo hace desarrollar una copa angosta y favorece el crecimiento longitudinal. Aunque los tratamientos no quedaron claramente definidos, en este período la plantación mostró una reacción positiva, después de la intervención. También, como se aprecia en la Fig. 10, la curva que representó el tratamiento testigo tuvo un fuerte incremento entre 1984 y 1986, pero descendió después de esta fecha.

En el Cuadro 4 se presenta el análisis de varianza y la prueba de medias, del comportamiento de la plantación en el período entre uno y tres años después de la intervención, en la plantación de

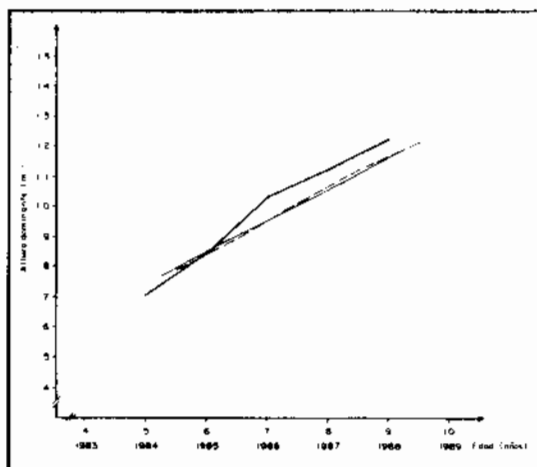


Fig. 10. Relación altura dominante-edad para diferentes tratamientos en una plantación de pochote en Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica.

Santa Cruz. El efecto del aclareo resultó no significativo sobre el incremento diamétrico, pero en la prueba de medias se detectaron diferencias entre el tratamiento de 20 m²/ha, el tratamiento testigo y el de 17 m²/ha. El mayor incremento lo presentó el tratamiento de 20 m²/ha y el menor el tratamiento de 17 m²/ha. La respuesta favorable del tratamiento testigo se dio por la eliminación de los fustes múltiples, pero como se observa en la Fig. 6, este crecimiento descendió dos años después del tratamiento.

Entre los factores que parecen limitar la tasa de crecimiento en diámetro están el alto número de árboles (1.530 árb./ha) y el área basal cercana a 25 m²/ha, que parece ser el área basal limitante.

Para el incremento en área basal el efecto de los tratamientos resultó significativo, con un comportamiento muy similar al incremento en diámetro. En términos relativos, este incremento significó 18 % para el tratamiento de 20 m²/ha, 16.3 % para el de 14 m²/ha, 14.4 % para el testigo y 14.2 % para el de 17 m²/ha. En la prueba de medias al 5 % separa el tratamiento de 20 m²/ha del testigo y del de 17 m²/ha; pero al 1 % no existen diferencias entre las medias (Cuadro 4).

Para el incremento en altura no existen

diferencias entre los tratamientos, ni en la prueba de medias (Cuadro 4). Para el período 1986-1988 el tratamiento testigo presentó el menor incremento en contraste con el período 1985-1988, que fue el de mayor incremento. Para el período 1986-1988 el mayor incremento le correspondió al tratamiento de 20 m²/ha.

En la Fig. 8 se presenta la relación entre el S% y la edad, como se mencionó anteriormente no se utilizó este criterio para realizar el aclareo, sino como referencia, cuando se compararon distintas medidas de densidad.

A pesar que las condiciones de suelo entre ambos sitios son bastante similares, las condiciones climáticas son diferentes, Nicoya tiene una mayor precipitación que Santa Cruz, por lo tanto, no se puede establecer una comparación entre ambos sitios, sino una comparación, dentro de un mismo sitio. Además, las diferencias que se encontraron al inicio de la investigación se han mantenido. Lo que importa recalcar es el comportamiento de las plantaciones a los tratamientos realizados. Como se puede observar en las Figs. 2 y 7, la plantación de Nicoya tiene un mayor crecimiento que la de Santa Cruz. Aunque la forma de la curva de las parcelas testigo es muy similar, existe una diferencia de 4 m²/ha de área basal entre ambos sitios, el punto de inflexión se marcó en ambos sitios a la edad de siete años, 25 m²/ha en Nicoya y 21 m²/ha en Santa Cruz; estos puntos son importantes, porque señalan dónde la densidad afecta el crecimiento, por lo tanto, sirven de referencia para realizar los aclareos.

Para la plantación de Nicoya la intensidad de aclareo que obtuvo la mayor producción fue la de 17 m²/ha, por lo tanto, se podría recomendar realizar el primer aclareo cuando la plantación alcance un área basal entre 22 y 25 m²/ha, disminuyendo la misma entre 8 y 6 m²/ha, para lograr un buen ritmo de crecimiento de las plantaciones, manteniendo el mismo criterio para los siguientes aclareos.

Agradecimiento

Al señor Adrián Pineda y al Dr. Rodrigo Araya, propietarios de las plantaciones, al Dr. Jorge Jiménez por la revisión y comentarios al manuscrito y a Cecilia Redondo por su eficiente trabajo secretarial.

LITERATURA CITADA

- CHAVES, E. y A. VASQUEZ. 1985. Ensayo de aclareo en *Bombacopsis quinatum* (Jacq) Dugand en la zona de Guanacaste, Costa Rica. Informe de investigación para el convenio cooperativo UNA-CORENA-MAG-AID/515-T-032 (mimeografiado). 40 pp.
- COCHRAN, W. y G. COX. 1980. Diseños experimentales. Trad. de la 2da. ed. en inglés por el Centro de Estadística y Cálculo. Ed. Trillas. México. 661 pp.
- FINOL, H. 1964. Estudio silvicultural de algunas especies comerciales en el bosque universitario «El Caimital», Edo. Barinas. Revista Forestal Venezolana (Ven.) (10-11): 17-63.
- HUSCH, B., C.M. MILLER y T. BEERS. 1982. Forest mensuration 3er. ed. New York, J. Wiley. 401 pp.
- INSTITUTOMETEOROLOGICONACIONAL. 1981. Anuario Meteorológico. Resumen de 10 años de registros. San José, Costa Rica.
- KEOGH, R. 1982. Teak (*Tectona grandis* Linnf) provisional site classification chart for the Caribbean, Central America, Venezuela and Colombia. Forest Ecology and Management (Hol) 4:143-153.
- MELCHIOR, G.M. 1972. La propagación vegetativa de *Bombacopsis quinata* (Saqui-saqui) por estacas de epicótilos. Boletín IFLAIC 39-40:53-61.
- MELCHIOR, G.M., R. CARROS, V. GUTIERREZ y G. TORRES. 1971. Propagación agámica del Saqui-saqui *Bombacopsis quinata* (Jacq) Dugand por injertos. Revista Forestal Venezolana (Ven.) 21:57-64.
- MILLER, A.D. 1969. Provisional yields tables for Teak in Trinidad. Government Printery. 21 pp.
- MOREIRA, L. y E. PALMA. 1987. Boletín estadístico N° 2. Ministerio Recursos Naturales Energía y Minas, Dirección General Forestal. San José. 94 pp.
- NAVARRO, C. 1987. Evaluación del crecimiento y rendimiento de *Bombacopsis quinatum* (Jacq) Dugand en 14 sitios en Costa Rica, índices de sitio y algunos aspectos financieros de la especie. Tesis Mg. Sc. Turrialba. C.R., Programa UCR/CATIE. 136 pp.
- QUIJADA, M. 1980. Floración, producción de semillas y polinización artificial en *Bombacopsis quinata*. En: FAO. ed. Mejora Genética de Árboles Forestales. Estudios FAO: Montes 20.288. 290 pp.
- . 1981. Análisis cuantitativo comparativo de jardines clonales balanceados y no balanceados de Saqui-saqui *Bombacopsis quinata* (Jacq) Dugand. Trabajo de ascenso. Instituto de Silvicultura. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 95 pp.
- . 1988. Variación de progenies de polinización libre de Saqui-saqui *Bombacopsis quinata* (Jacq) Dugand en la Reserva Forestal de Caparo, Barinas, Venezuela, a los 21 meses de edad. Revista Forestal Venezolana (Ven.) 30:7-20.
- SILVA, S.R. 1971. Metodología para la investigación en parcelas permanentes de aclareo y rendimiento, en plantaciones forestales. Boletín IFLAIC. 38:59-89.
- STEEL, R. y J. TORRIE. 1986. Bioestadística: Principios y procedimientos. Trad. de la 2da. ed. en inglés por Ricardo Martínez. McGraw-Hill, México. 622 pp.
- STEVENS, W.D. 1987. On the identity and recognition of the genus *Pochota* Ramírez Goyena (Bombacaceae) Taxon (USA) 36:458-464.
- TORRES, A. 1982. Influencia del sitio y la espesura en el crecimiento de plantaciones de Teca (*Tectona grandis*) en Caparo, Venezuela. Instituto de Silvicultura. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. 67 pp.
- VOORHOEVE, A.G. y J.P. SCHULZ. 1968. La necesidad de parcelas permanentes de aclareo y rendimiento en plantaciones forestales. Boletín IFLAIC (27-28): 3-17.