



Madera y Bosques

ISSN: 1405-0471

publicaciones@ecologia.edu.mx

Instituto de Ecología, A.C.

México

Moya Roque, Róger

Influencia de la edad del cambium, tasa de crecimiento y nivel de precipitación sobre la densidad básica de la teca en Costa Rica

Madera y Bosques, vol. 8, núm. 1, primavera, 2002, pp. 39-49

Instituto de Ecología, A.C.

Xalapa, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61789903>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Influencia de la edad del cambium, tasa de crecimiento y nivel de precipitación sobre la densidad básica de la teca en Costa Rica

Róger Moya Roque¹

RESUMEN

La teca (*Tectona grandis*) es una especie importante en la reforestación comercial en Costa Rica y su madera está siendo vendida en los mercados internacionales como "baby teak" (madera joven) debido a que proviene de árboles con edades inferiores a los 10 años, producto de los raleos. La teca en Costa Rica ha tenido excelente comportamiento silvicultural en lugares con nivel de precipitación superior a los 3500 mm por año y donde no existe una estación seca definida, diferente a su sitio natural de crecimiento en el continente asiático. El objetivo del estudio fue determinar el comportamiento de la densidad básica (Po/Vv) desde la médula hacia la corteza de la madera de teca, así como la influencia de la edad del cambium, tasa de crecimiento y nivel de precipitación en árboles creciendo en la Zona del Caribe de Costa Rica. Para ello, se cortaron discos de madera provenientes del diámetro a la altura del pecho (DAP) de árboles de 5, 7 y 9 años y en cada uno de estos se midieron la tasa de crecimiento, representada por el ancho de anillo y los valores de densidad básica para cada anillo de crecimiento. Los resultados permitieron establecer que la densidad básica de la madera aumenta de la médula a la corteza y ésta se ve afectada principalmente por la edad del cambium y la tasa de crecimiento. En tanto, el nivel de precipitación, no afectó significativamente la densidad básica de la madera en los árboles. Otro resultado importante fue que el manejo intensivo de las plantaciones produce disminuye la relación entre la densidad básica y la edad del cambium o bien la tasa de crecimiento.

PALABRAS CLAVE:

Tectona grandis, densidad básica, nivel de precipitación, tasa de crecimiento, edad del cambium.

ABSTRACT

Teak (*Tectona grandis*) is an important species for commercial reforestation in Costa Rica and it is sold as "baby teak" in the international market due to the fact that it comes from plantations not older than 10 years. Furthermore, teak has shown excellent growth in places where the rainfall exceeds 3500 mm/year and where there is not a well defined dry season, which is different to the natural conditions where it grows naturally in Asia. The objective of this study was to determine the change in specific gravity (Ow/Gv) in the radial direction, from the pith to the bark, as well as the influence of cambium age, growth rate and precipitation in trees growing at the Caribbean side of the Costa Rica. In order to do this, cross sections were cut at breast height (DBH) and growth rate, in terms of growth ring thickness, and specific gravity per ring, were recorded. Results showed that specific gravity increases from pith to bark and that it is affected by cambium age and growth rate, the former being the one that most influences this variable. On the other hand, precipitation rate, did not affect significantly the specific gravity of wood in trees younger than 9 years old. Other important result was that in intensive managed plantation the relationship between basic density and cambium age or growth rate decrease.

KEY WORDS:

Tectona grandis, specific gravity, rainfall level, growth rate, cambium age.

INTRODUCCIÓN

La teca es una de las especies preferidas en la reforestación de las zonas tropicales debido a sus características de excelente crecimiento y rendimiento, se ha plantado en grandes áreas en Asia y América (Bhat, 2000). En Centroamérica también se utiliza en programas de reforestación a gran escala y, fundamentalmente, por su madera que es reconocida en los mercados mundiales (Chávez y Fonseca, 1991). En Costa Rica, esta especie fue introducida en 1943 por una compañía bananera ubicada en la región del Pacífico Central (Keogh y Mora, 1978). Años después, en los 1980's, se empezó a incrementar su utilización, hasta alcanzar, en la actualidad, un área plantada cercana a las 40 mil hectáreas (Arias y Zamora, 1999).

El efecto que produce la edad del cambium sobre la densidad básica con base peso anhídrico/volumen verde (Po/Vv) de la madera no está claramente establecido para muchas especies, debido a que interactúa con otros factores como el manejo silvícola, la genética, la especie, la localización geográfica, el sitio y la altitud, entre otros (Zobel y Van Buijtenen, 1989). Por ejemplo, para el *Pinus caribaea*, Ferreira (1978) y Cown (1981) encontraron un incremento de la densidad básica de la madera con la edad de los árboles; Ladrach, (mencionado por Zobel y Van Buijtenen, 1989), en *Pinus patula* encontró igual densidad básica de la madera de árboles de una misma edad en diferentes sitios y altitudes.

Se encontró que la tasa de precipitación también afecta las propiedades de la madera (Zobel y Van Buijtenen, 1989). En las coníferas de zonas templadas se ha demostrado el efecto de esta variable climática sobre la variación de la densidad básica de la madera, pero en estudios que se han realizado en algunas especies de zonas tropicales como *Pinus caribea* (Schmidt y Smith mencionados por Zobel y Van Buijtenen, 1989), no se encontró una

relación significativa entre categorías de precipitación y la densidad de la madera.

Otro ejemplo de la importancia de la precipitación pluvial es el que describe Chudnoff (1976), quien elaboró un estudio sobre las propiedades de la madera de diferentes especies y diferentes niveles de precipitación en plantaciones tropicales en Centroamérica y en la parte norte de América del sur, estableciendo niveles de densidad para diferentes tasas de precipitación.

Priya y Bhat (2000), estudiando la madera de teca en Kerala, India, donde existe una estación seca bien marcada (enero-marzo) y un promedio de precipitación de 2 555 mm por año, encontraron que el nivel de precipitación afecta las características de la madera. Demostraron que la distribución y tamaño de los elementos anatómicos de la madera de teca, durante el período de formación de madera juvenil, cambian en relación con la variación de la tasa de precipitación.

La tasa de crecimiento se puede medir por el ancho del anillo de crecimiento y, generalmente, se utiliza esta característica para correlacionarla con otras propiedades de la madera. Es práctica común en las industrias forestales escoger especies con bajas tasas de crecimiento ya que, por lo general, se piensa que éstas presentan madera de mayor densidad, lo cual no es cierto siempre para algunas especies (Zobel y Van Buijtenen, 1989).

La tasa de crecimiento es un tema bastante discutido ya que los resultados obtenidos son muy variados y en algunos casos contradictorios. Zobel y Van Buijtenen (1989) presentan una discusión muy amplia al respecto, tanto para especies latifoliadas como coníferas. La madera de latifoliadas puede ser de porosidad difusa o de porosidad anular; en el primer grupo, la densidad se comporta independiente del ancho de anillo de crecimiento y, en el segundo grupo, este

parámetro está relacionado directamente con la tasa de crecimiento (Zobel y Van Buijtenen, 1989).

La teca es una madera que presenta porosidad difusa; se ha encontrado que la densidad básica de su madera está relacionada con el diámetro de los árboles y éste a su vez lo está con la tasa de crecimiento (Keiding *et al.* y Scott y MacGregor mencionados por Zobel y Van Buijtenen, 1989).

La teca se adapta muy bien a sitios con climas con una estación seca bien definida (3 a 5 meses), con temperatura media anual entre 22 y 28 °C y una precipitación media anual de 1 250 a 2 500 mm (Chávez y Fonseca, 1991). Sin embargo, en Costa Rica se plantó con buenos resultados en sitios cuyas características son: niveles de precipitación superior a los 3 500 mm por año sin una estación seca definida; obteniéndose excelentes resultados en diámetro y altura y por lo tanto en volumen (Schimincke, 2000).

Costa Rica es uno de los primeros países latinoamericanos en introducir al mercado internacional la madera de teca de edades cortas, proveniente de raleos forestales. Este tipo de madera de cortas edades es llamada, comúnmente, por un anglicismo "baby Teak", aludiendo a la madera joven de donde proviene.

OBJETIVO

Determinar el efecto de la edad del cambium, la tasa de crecimiento y el nivel de precipitación sobre la densidad básica de árboles provenientes de plantaciones ubicadas en la zona Caribe de Costa Rica.

METODOLOGÍA

Ubicación de las parcelas y árboles utilizados

Todos los árboles pertenecían a la Reforestadora el Buen Precio S.A. ubica-

da en la provincia de Limón, Costa Rica (Fig. 1). Se muestrearon en total 6 árboles de teca distribuidos de la siguiente manera: 2 árboles de 5 años, 2 de 7 años y 2 de 9 años, debido a que era de interés particular de la empresa estudiar estas edades.

La zona donde crecen los árboles se encuentra en la vertiente del Caribe de Costa Rica, caracterizada por presentar altos niveles de precipitación (promedio 3 759 mm en los últimos 10 años). El régimen de lluvias para la zona es diario, donde se dan principalmente en horas de la mañana y la noche. Una característica especial de la zona es que no presenta una estación seca bien definida, presentando en los meses de marzo y abril la menor cantidad de precipitación.

Las plantaciones muestreadas se encuentran en la localidad de Ticabán (latitud 10° 21' norte, longitud 83° 46' este y una altitud 70 msnm), provincia de Limón y formando un solo bloque de 30 ha en un sitio plano, donde fue plantado en 3 años diferentes (1990, 1993 y 1994). El sitio donde se ubica la plantación cuenta con suelos drenados artificialmente y una capa de suelo fértil de 60 cm de profundidad y un pH igual a 5. El uso anterior de estos suelos fue la ganadería.

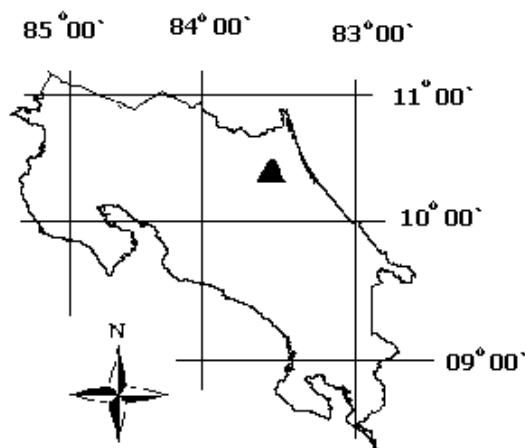


Figura 1. Ubicación de las plantaciones de teca muestreadas en Costa Rica (▲ sitio donde se muestreó).

Las características de las plantaciones de donde se extrajeron los árboles se detallan a continuación:

a) **Árboles de 5 años:** La plantación fue sembrada en 1994, con espaciamiento de 3.5×3.5 m en un área de 10 ha (810 árboles hectárea $^{-1}$). Se le practicó un primer raleo de saneamiento de un 25%, cuando los árboles tenían una edad de 2 años; posteriormente se aplicó un raleo del 50% sobre la densidad inicial, antes de cumplir los 4 años de edad, quedando en la actualidad una densidad de 400 individuos por hectárea.

b) **Árboles de 7 años:** La plantación fue sembrada en 1993 con espaciamiento de 3×3 m ($1\,100$ árboles hectárea $^{-1}$). Se practicó un raleo del 25% a la edad de 3 años; posteriormente un segundo raleo del 45% sobre la densidad inicial, a la edad de 5 años; antes de cumplir los 7 años, se aplicó un tercer raleo con una intensidad de 65% sobre la densidad inicial, quedando actualmente 340 árboles hectárea $^{-1}$.

c) **Árboles de 9 años:** La plantación fue sembrada en 1990 con un espaciamiento de 3×3 m ($1\,100$ árboles hectárea $^{-1}$). Se le aplicó un raleo del 25% a la edad de 4 años; posteriormente se aplicó un segundo raleo con una intensidad de 45% sobre la densidad inicial, a la edad de 6 años. El último raleo fue realizado a la edad de 8 años, con una intensidad de 70% sobre la densidad inicial, quedando actualmente una densidad de 300 árboles/ hectárea.

Los datos de altura y diámetro a la altura del pecho (DAP) de cada uno de los árboles muestreados son presentados en la Tabla 1.

En cada árbol se extrajo un disco ("galleta") de aproximadamente 3 cm de espesor a la altura del pecho (DAP). Antes de cortar los árboles, se marcaron en el fuste en la altura antes mencionada, a posición norte y sur, para identificarlas en el disco.

De cada disco de madera se cortó una sección de norte a sur, pasando por la médula, con dimensiones de aproximadamente 2 cm de alto, 1 cm de espesor y longitud igual al diámetro del disco. Se separaron los anillos de crecimiento, acción en la que se tuvo especial cuidado ya que la madera de teca presenta anillos falsos (Priya y Bhat, 2000). Para cada año se obtuvieron dos muestras, una en la posición norte y otra en la sur. En cada posición se determinaron las siguientes variables:

- a) Peso de cada anillo de crecimiento en estado seco al horno (P_o)
- b) Volumen de cada anillo en estado verde (Vv)
- c) Ancho de cada anillo de crecimiento

El ancho del anillo de crecimiento se midió con un calibrador "vernier" (pie de rey) sobre la muestra; posteriormente fue pesada en una balanza con exactitud de 0.05 g. Por último, se determinó su volumen por medio de desplazamiento de agua, con la ayuda de una balanza.

Tabla 1. Diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total de los árboles muestreados

VARIABLE \ CÓDIGO	EDAD 5 AÑOS		EDAD 7AÑOS		EDAD 9 AÑOS	
	5-1	5-2	7-1	7-2	9-1	9-2
DAP (cm)	26.30	21.00	24.00	21.64	32.80	25.50
Altura total (m)	18.60	9.80	21.95	19.80	23.50	21.35

Con estas variables se determinó la densidad básica de la madera (DB), la cual representa el peso de la madera en estado seco al horno sobre su volumen en estado verde ($DB = P_0/Vv$). La tasa de crecimiento anual se estimó como el promedio de los anchos de anillo de crecimiento de las posiciones norte y sur.

En el análisis de los datos, la primera acción realizada fue comprobar la normalidad de las observaciones por medio de histogramas y gráficas de cajas (*box plot*). Posteriormente se analizó la relación que existe entre la densidad básica de la madera y la edad del cambium; para ello se utilizó un análisis de regresión lineal que fue el modelo que más se ajustó a los datos obtenidos. La primera variable se utilizó como variable de respuesta y la segunda como variable independiente. El modelo estadístico utilizado para tal fin fue dado:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 * \text{edad} + \varepsilon_i$$

donde:

Y_i = Densidad básica

β_0 = Ordenada al origen de la línea de regresión

β_1 = Pendiente de la regresión para la edad del cambium

ε_i = Error de la regresión

Este mismo modelo fue aplicado para las relaciones entre la densidad básica y la tasa de crecimiento y entre la densidad y el nivel de precipitación.

RESULTADOS

Influencia de la edad del cambium

Los valores obtenidos de densidad básica presentan un intervalo de variación de 0.464 a 0.611 y un promedio general para todas las edades de 0.535; se encontró que existe una correlación entre ésta y la edad del cambium para todas la edades muestreadas (Tabla 2).

En la madera cerca de la médula se presentan los valores más bajos de densidad y cerca de la corteza se encuentran los valores más altos (Fig. 2), aunque lo más preciso es decir que los datos tienen gran variabilidad para una misma edad, de acuerdo con los coeficientes de determinación (R^2) obtenidos de las regresiones. Para el promedio de todas las edades la densidad fue de 0.48 y para los valores individuales por edad fueron 0.60 en la edad 9 años, 0.52 en 7 años y 0.30 en árboles de 5 años de edad.

Influencia de la tasa de crecimiento en la densidad básica de la madera

En todas las edades de los árboles muestreados se encontró que la densidad básica de la madera disminuye proporcionalmente con la tasa de crecimiento (Fig. 3). El coeficiente de determinación (R^2), considerando todas las edades, fue de solamente 0.193.

Tabla 2. Análisis de varianza para la regresión simple de la densidad básica y la edad del cambium en la madera de teca de árboles de diferentes edades

EDAD DE LA MUESTRA	NUMERO DE ÁRBOLES	ECUACIÓN	PRUEBA F DEL ANOVA
9 años	36	$Y = 0.436 + 0.021*X$	49.53 **
7 años	28	$Y = 0.443 + 0.020*X$	29.93**
5 años	20	$Y = 0.452 + 0.026*X$	9.04**

** Significativa al 1%

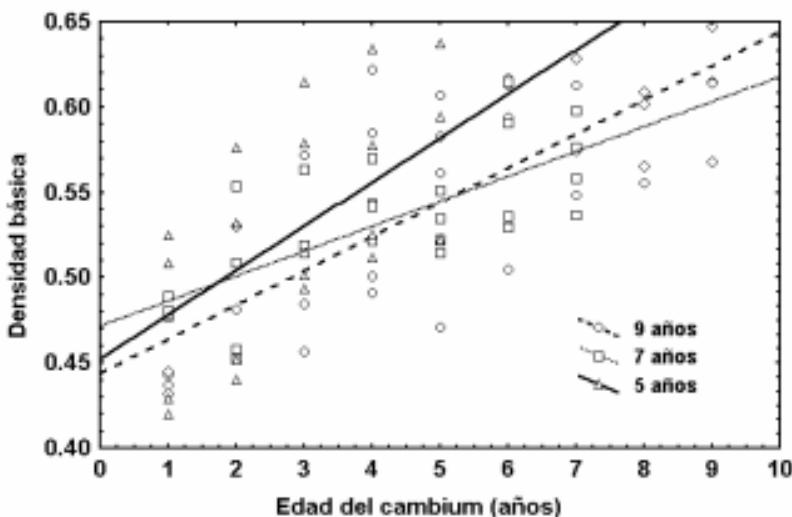


Figura 2. Variación de la densidad de la madera con respecto ala edad del cambium.

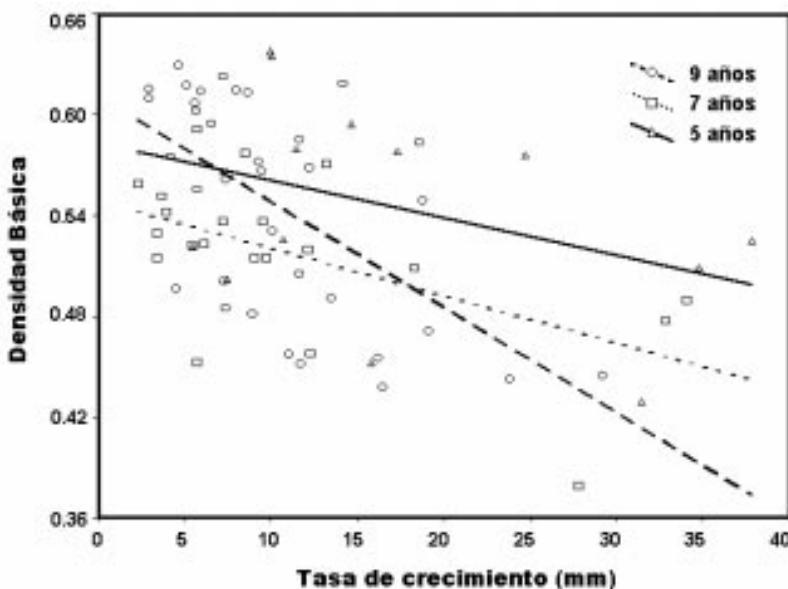


Figura 3. Relación entre la tasa de crecimiento y la densidad básica de la madera.

Aún así, se nota una tendencia clara a la disminución de la densidad de la madera conforme se incrementa la tasa de crecimiento. Al igual que la edad del cambium, la tasa de crecimiento influye en la densidad básica de la madera (Tabla 3); en todas las edades analizadas se

encontró que la correlación establecida entre ambas variables es estadísticamente significativa ($P > 0.05$). Sin embargo, las regresiones presentan bajos coeficientes de determinación: para la edad de 9 años, $R^2 = 0.26$; para los de 7, $R^2 = 0.022$ y para los de 5 años, es de 0.01.

Efecto del nivel de precipitación en la densidad básica de la madera

La figura 4 presenta la relación entre las variables analizadas, en ella se aprecia que existe una ligera tendencia positiva. Cuando se probó estadísticamente esta relación, se encontró que, para todas las edades de árboles estudiados, la densidad básica de la madera de teca durante los primeros años de crecimiento no se encuentra relacionada directamente con la precipitación, ($P>0.05$).

DISCUSIÓN

La tendencia del incremento de la densidad básica con la edad del cambium

(Fig. 2) también fue encontrada para la madera de teca que crece en India (Bhat *et al.*, 1989), en Côte d'Ivoire (Baillères y Durand, 2000), y en Costa Rica (Moya, 2000), sólo que los valores de densidad determinados han sido presentados con respecto a la cantidad en milímetros con respecto a la distancia de la médula.

En otras especies tropicales latifoliadas como *Hampea appendiculata*, *Helicocarpus appendiculatus*, *Ochroma pyramidale* (Wiemann y Williamson, 1988), *Hieronyma alchorneoides* (Butterfield *et al.*, 1993) y *Vochysia guatemalensis* (González y Fisher, 1998) también se ha encontrado este mismo comportamiento entre densidad básica y la edad del cambium.

Tabla 3. Análisis de varianza para la regresión simple de la densidad básica y la tasa de crecimiento en la madera de teca de diferentes edades de los árboles

EDAD DE LA MUESTRA	NÚMERO DE ÁRBOLES	ECUACIÓN	PRUEBA F DEL ANOVA
9 años	36	$Y = 0.561 - 0.002 * X$	8.44 **
7 años	28	$Y = 0.557 - 0.003 * X$	7.44**
5 años	20	$Y = 0.565 - 0.002 * X$	4.12**

** Significativa al 1%

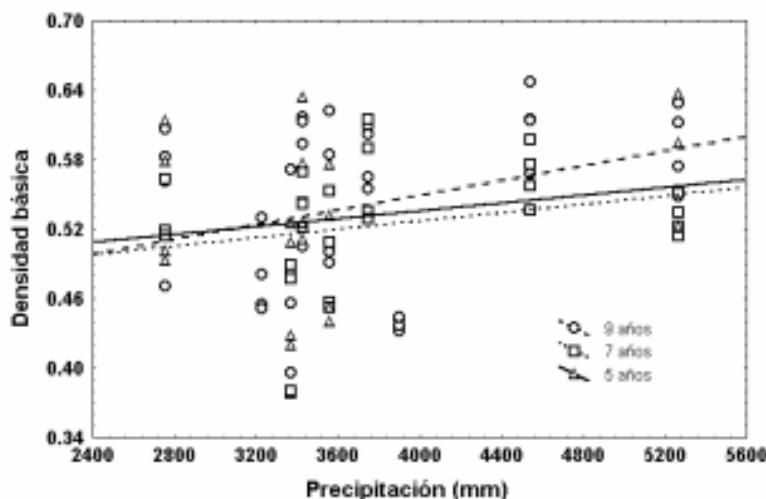


Figura 4. Relación entre el nivel de precipitación y la densidad básica de la madera de teca.

En las diferentes edades estudiadas se encontró que la densidad básica es dependiente de la edad del cambium (Tabla 2); en todos los casos se encontró que esta relación es válida estadísticamente. Sin embargo, la correlación existente entre estas variables es baja para las diferentes edades: los árboles de 9 años presentaron una R^2 de 0.60, seguido por los de 7 años con R^2 de 0.52 y por último los de 5 años con R^2 igual a 0.30, indicando que la edad del cambium explica poco la variación en la densidad de la madera que ocurre en los diferentes tipos de árboles.

Un aspecto importante de destacar de los valores encontrados y las plantaciones muestreadas, es que al aumentar el manejo de las plantaciones, la edad del cambium explica en menor grado las variaciones de la densidad básica. En los árboles de 9 años, en los que se ha aplicado la misma cantidad de raleos y podas que en el resto de edades, pero con la diferencia que han aplicado en un período de tiempo mayor, la densidad básica se explica en un 77% por la edad del cambium. A su vez, para los árboles de 5 años con manejo más intensivo que el resto, y en los que en 4 años se pasó de 810 a 400 árboles/hectárea, la edad del cambium solamente explica el 55% de la variación de la densidad. En cuanto a los árboles de 7 años, a los cuales se ha aplicado un manejo intermedio de los árboles de 9 y 5 años, la edad del cambium ayuda a explicar un 71% de las variaciones, valor también intermedio de las edades antes mencionadas.

El manejo de las plantaciones de teca denota un efecto sobre la variabilidad de la densidad básica de la madera, haciendo que en aquellas que han tenido un manejo intensivo, la madera presente menor densidad; por el contrario en las plantaciones sin manejo, se observa madera con una densidad básica mayor (Bhat, 2000). Esta situación probablemente se encuentre influyendo sobre los resultados presentados anteriormente, donde, en los árboles con mayor inten-

sidad de manejo, la edad del cambium no se encuentre correlacionada con la densidad básica de la madera, lo que podría atribuirse a la influencia de las podas y los raleos efectuados en los primeros años.

Con respecto a la influencia que la tasa de crecimiento pueda tener sobre las variaciones de la densidad básica se determinó que es muy baja; el coeficiente de determinación (R^2) es solamente de 0.19 para el promedio general de los árboles, siendo nuevamente los árboles de 5 años, los que presentaron menor fuerza en la determinación de la densidad. Así también, los árboles de 9 años son los que presentan la correlación más alta entre la tasa de crecimiento y la densidad básica. En este caso, pareciera que el manejo de las plantaciones es el factor que produce una menor relación entre la tasa de crecimiento y la densidad básica. Los árboles de 5 años, que son los que han tenido un manejo más intensivo, presentan la más baja correlación y los árboles de 9 años con menor manejo y espaciamiento producen la correlación de mayor valor.

Los valores de R^2 encontrados para las diferentes edades son ligeramente mayores que los presentados por Bhat (2000) que fue $R^2 = 0.12$. Dicho autor encontró también que la tasa de crecimiento y la densidad básica presentan una asociación negativa estadísticamente, pero aún así estableció una relación estadística entre la variable analizada, al igual que los resultados obtenidos en este trabajo. Scott y MacGregor (mencionados por Zobel y Van Buijtenen, 1989) obtuvieron resultados similares estableciendo que la madera de teca presenta una disminución de la densidad básica conforme aumenta la tasa de crecimiento.

La relación encontrada entre la tasa de crecimiento y la densidad básica debe interpretarse con precaución, ya que en edades inferiores a los 9 años, se produce madera juvenil principalmente (Bhat *et al.*, 2000). Zobel y Sprague (1998) mencionan que durante los primeros años de

crecimiento los cambios en densidad de la madera no se deben a una disminución paulatina de la tasa de crecimiento, sino que ésta se debe al proceso que ocurre en el cambium, al pasar de madera juvenil a madera adulta.

Finalmente, con respecto a la influencia de la precipitación sobre la densidad básica, se identificó que, en un intervalo de precipitaciones de 2 700 mm a 5 260 mm, la densidad de la madera de teca no se ve afectada por la precipitación. Estos resultados difieren de los presentados por Priya y Bhat (1999; 2000), quienes encontraron que algunas características de la madera de teca, principalmente las anatómicas, se ven afectadas por el nivel de precipitación, aunque dichos autores evaluaron varios árboles que crecieron en sitios con un rango de lluvias de 1 200 a 2 400 mm y no se hizo la medición del mismo árbol que ha crecido en un sitio durante un período de años, como se hizo en la presente investigación, en la que se estudió la influencia de la precipitación entre un año y otro para los mismos individuos.

En otras especies tropicales, sin embargo, como por ejemplo en *Vochysia guatemalensis* (González y Fisher, 1998) se encontró que la densidad básica, la

longitud de la fibra, la cantidad de vasos por mm^2 y el diámetro de los vasos, sí fueron afectados por los diferentes niveles de precipitación. Pero al igual que el caso anterior no se evaluó el cambio en el nivel de precipitación de un año a otro.

En los anteriores análisis se demostró que la edad del cambium y la tasa de crecimiento tienen un efecto sobre la densidad básica de la madera, sin embargo, los niveles de precipitación existentes en la zona Caribe de Costa Rica en árboles con las edades inferiores a los 9 años no parecen afectarla significativamente. Con el fin de ilustrar el efecto de ambas variables (edad del cambium y tasa de crecimiento) se realizó un análisis gráfico de estas variables.

Los efectos combinados de la tasa de crecimiento y la edad del cambium dan como resultado una variación de la densidad de la madera (Fig. 5); se aprecia que las densidades más bajas se presentan en las edades tempranas con tasas altas de crecimiento. Así también en edades menores a 6 años y con tasas altas de crecimiento se obtiene madera con baja densidad. En el caso contrario, la mayor densidad de la madera se observó en los árboles de mayor edad y con tasas de crecimiento bajas.

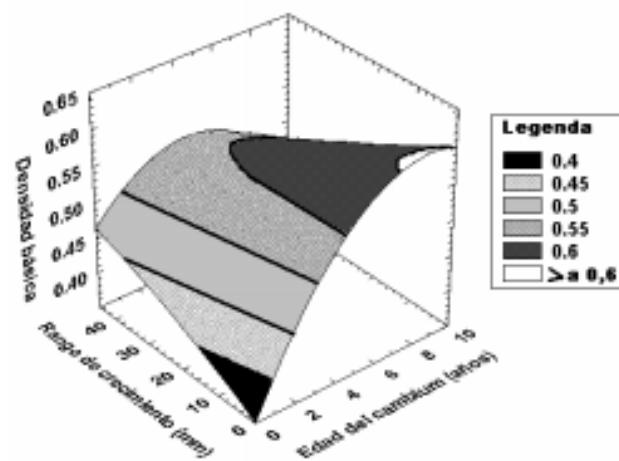


Figura 5. Comportamiento de la densidad básica de teca según la tasa de crecimiento y edad del cambium.

Los resultados encontrados sugieren que la densidad básica en la madera de teca depende de la edad del cambium y la tasa de crecimiento durante los primeros 9 años, confirmando lo señalado por Zobel y Sprague (1998) quienes establecen que durante los primeros años, la variabilidad de las propiedades de la madera se debe principalmente a un envejecimiento del cambium vascular.

CONCLUSIONES

- La densidad básica de la madera juvenil de teca aumenta con la edad del cambium en un intervalo entre 0.464, en la parte interna, a 0.611, cerca de la corteza, para árboles con edades inferiores a los 9 años.
- La edad del cambium afecta significativamente la densidad básica de la madera, conforme se incrementa la edad. Desde la siembra del árbol hasta la edad de 9 años, la densidad básica de la madera aumenta, pero esta relación en general explica menos de 77% los cambios de esta variable a diferentes edades de los árboles.
- La densidad básica de la madera de teca disminuye significativamente con la tasa de crecimiento en el período que va desde su siembra hasta la edad de 9 años; esta relación, en general, es baja para las diferentes edades de árboles.
- El nivel de precipitación predominante en la zona de Caribe de Costa Rica no afectó significativamente la densidad básica de la madera de teca durante los primeros 9 años de desarrollo del árbol.
- El manejo de la plantación es una variable que no se tomó en consideración en este estudio y que, aparentemente, es de gran influencia en los cambios que ocurren en la densidad básica de la madera por lo

que es importante tomar en consideración esta variable para futuros estudios.

RECONOCIMIENTOS

El autor agradece al personal de la Empresa Reforestadora el Buen Precio S.A., en especial a Gerardo Jiménez Trejos, Gerente General, por su apoyo en la presente investigación, así como también al personal de laboratorio de física de la madera del ITCR.

REFERENCIAS

- Arias, G. y N. Zamora. 1999. Diagnóstico de las oportunidades o amenazas para el proceso de reforestación nacional que implicaría un Tratado de Libre Comercio con Chile. COSEFORMA-CCF. San José. Costa Rica. 16 p.
- Bailléres, H. y P. Durand. 2000. Timber quality of teak from managed tropical plantations. Bois et Forêts des Tropiques 263 (1):16-27.
- Bhat, K.M. 2000. Timber quality of teak from managed tropical plantations with special reference to Indian plantations. Bois et Forêts des Tropiques 263 (1):6-15.
- Bhat, K.M.; K.V. Bhat y B. Dhamodaran. 1989. Radial patterns of specific gravity differences between dominant and suppressed trees in teak. Indian Journal of Forest 10:61-62.
- Bhat, K.M.; P.B. Priya y Rugmini. 2000. Characterization of juvenile wood in teak. Wood Science Technology 34(6):517-532.
- Butterfield, R.P.; R.P. Crook; R. Adams y R. Morris. 1993. Radial variation in wood specific gravity, fibre length and vessel area for two Central American hardwoods: *Heronima alchorneoides*

- and *Vochysia guatemalensis*: natural and plantation-grown trees. IAWA Journal 14(2):153-161.
- Chávez, E. y W. Fonseca. 1991. Teca, *Tectona grandis*, especie de árbol de uso múltiple en América Central. Serie Técnica. Informe Técnico N° 179. Colección de guías silviculturales. CATIE. Turrialba. Costa Rica. 60 p.
- Chudnoff, M. 1976. Density of tropical timbers as influenced by climates life zones. Commonw Forest Rev 55: 203-217.
- Cown, D.J. 1981. Wood density of *Pinus caribeaw* var *hondurensis* grown in Fiji. New Zealand Journal of Forestry Science 11:244-253.
- Ferreira, M. 1978. Wood dry weight yield of pine plantations. IPEF 17:78-79.
- González, E. y R. Fisher. 1998. Variation in selected wood properties of *Vochysia guatemalensis* from four sites in Costa Rica. Forest Science 44(2):181-191.
- Keogh, R.; J. Fallas y F. Mora. 1978. Teca (*Tectona grandis*) en Costa Rica. Documento de Trabajo #16. Dirección General Forestal. PNUD/FAO/COS/72/013. Costa Rica. 21 p.
- Moya, R. 2000. Comportamiento del peso específico básico de la médula hacia la corteza para las especies de melina y teca. Escuela de Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Boletín Kurú 28:7-8.
- Priya, P.B. y K.M Bhat,. 1999. Influence of rainfall, irrigation and age on the growth periodicity and wood structure in teak (*Tectona grandis*). IAWA Journal 20 (2):181-192.
- Priya, P.B. y K.M Bhat. 2000. False ring formation in teak (*Tectona grandis* L.f) and the influence of environmental factors. Forest ecology and management 108 (3):215-222.
- Schimincke, K.H. 2000. Teak plantations in Costa Rica - Precious wood's experience. Unasylva 201 (51):29-35.
- Wiemann, M. y M. Williamson. 1988. Extreme radial changes in wood specific gravity in some tropical pioneers. Wood Fiber and Science 20(3):344-349.
- Zobel, B.J. y J.R. Sprague. 1998. Juvenil wood in forest trees. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Nueva York. 300 p.
- Zobel, B. y J.P. Van Buijtenen. 1989. Wood variation, its causes and control. Springer-Verlag, Berlin. 363 p.♦

1 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal. Apartado 159-7050. Cartago, Costa Rica. c.e.: rmoya@itcr.ac.cr.

Manuscrito recibido el 4 de mayo de 2001
Aceptado el 5 de julio de 2001

Este documento se debe citar como:
Moya R., R. 2002. Influencia de la edad del cambium, tasa de crecimiento y nivel de precipitación sobre la densidad básica de la teca en Costa Rica. Madera y Bosques 8(1):39-49.