

70



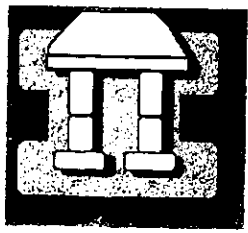
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA

**ESTUDIO DEL CRECIMIENTO DIAMETRAL DEL TALLO
DE *Guarea grandifolia* EN LA SELVA DE LOS TUXTLAS
VERACRUZ**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A
R O S A R I O P I L A R I B A R R A

DIRECTOR DE TESIS: Dr. GUILLERMO ANGELES ALVAREZ



28/01/00

TLALNEPANTLA EDO. DE MÉXICO 2000



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Guillermo Angeles Alvarez y al Dr. Martin Ricker, directores de esta tesis, gracias por su asesoría, por compartir su experiencia y conocimiento, así como por la ayuda y consejos proporcionados durante el desarrollo del trabajo.

Al personal de la Estación de Biología Tropical de Los Tuxtlas por el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

Al M. en C. Calixto León por su apoyo técnico para el manejo del material del laboratorio y por sus consejos proporcionados para concluir este trabajo.

Al Sr. Miguel Angel Sinaca Colín por su ayuda en el campo durante la realización de este trabajo.

A los sinodales asignados para la revisión de este proyecto: M. en C. Silvia Romero Rangel, M. en C. Leonor Abundiz y M. en C. Silvia Aguilar.

A mis padres, Margarita y Serafín, porque siempre he contado con el apoyo y comprensión para poder salir adelante.

A mi esposo, Manuel Franco López, porque sin su apoyo tal vez no hubiese concluido este trabajo. Te amo.

A mi hija Andrea, por ser uno de los motivos principales en mi vida para seguir adelante.

A mis hermanas, Wendy y Maricela, por su apoyo incondicional.

A la familia de mi esposo, a sus padres y hermanos, especialmente a su hermano Juan Luis Franco López y familia por su apoyo brindado durante este tiempo.

Y a cada una de las personas que de forma directa o indirecta ayudaron a finalizar este trabajo.

CONTENIDO

| | | |
|--------------|--------------------------------------|-----------|
| | RESUMEN | 1 |
| I. | INTRODUCCIÓN | 2 |
| II. | ANTECEDENTES | 4 |
| III. | OBJETIVOS | 9 |
| IV. | ÁREA DE ESTUDIO | 10 |
| V. | CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE | 14 |
| VI. | MATERIAL Y MÉTODOS | 18 |
| VII. | RESULTADOS | 28 |
| VIII. | DISCUSIÓN | 64 |
| IX. | CONCLUSIONES | 67 |
| X. | BIBLIOGRAFÍA | 68 |
| XI. | APÉNDICE | 76 |

RESUMEN

Es importante planear el aprovechamiento de las especies arbóreas tropicales, por lo que es importante estimar el crecimiento y la edad de estos árboles. Pero por la falta de anillos de crecimiento distinguibles se han buscado alternativas para poder determinar la edad y el crecimiento.

El presente trabajo analiza las posibilidades de derivar el crecimiento y la edad para el árbol tropical de *Guarea grandifolia* A. DC. midiendo el diámetro del tallo, ya que este árbol se considera localmente importante por su gran potencial maderable. Además, se espera contribuir a un mayor conocimiento de esta especie.

Para este estudio se emplearon dos inventarios de árboles, uno de 10 y otro de 90 individuos dentro de la estación de Biología "Los Tuxtlas". Se seleccionaron árboles con diferente diámetro del tallo (8 a 80 cm en el inventario de 10 árboles y 25 a 80 cm en el inventario de 90 árboles) con el fin de aplicar el modelo de Ricker (1998) para determinar las edades de los árboles. Para esto se utilizaron diferentes metodologías: medir el crecimiento en diámetro a diferentes alturas y una altura, analizar el diámetro de vasos y calcular la densidad de la madera.

Por los resultados obtenidos se observa que no todos los árboles crecen de la misma manera en el mismo sitio de estudio. El análisis de vasos no fue posible distinguir anillos anuales de crecimiento. Con el método de densidad de la madera se comprueba que no existe una correlación entre medidas de incrementos obtenidos en diámetro del tronco por densidades. En el análisis del diámetro troncal para los 2 inventarios de árboles se calcularon edades que varían según cada caso, encontrando que con un diámetro de 80 cm se tiene entre 185 a 385 años.

Por lo que este estudio espera contribuir con algunas herramientas para poder calcular la curva del crecimiento y edad de los árboles tropicales (que no forman anillos de crecimiento distinguibles), por medio de las medidas de los diámetros obtenidos.

I. INTRODUCCION

Es ampliamente conocido el potencial económico que tienen las selvas tropicales por sus recursos maderables, ya que gran cantidad de especies producen madera de calidad, incluyendo maderas preciosas como cedro (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*). Se utilizan para la fabricación de muebles y obtener otros productos de la madera. Además, de algunas especies se pueden extraer drogas con valor farmacéutico, productos utilizados en la agricultura como fertilizantes, y diferentes tipos de fibras (Castelan, 1992; Roth, 1981).

Para planear el aprovechamiento de las especies arbóreas, es importante proyectar su crecimiento, particularmente la relación entre edad y diámetro. Para derivar esta relación se trata de estimar las edades de árboles existentes. Sin embargo, el problema que existe en árboles tropicales de altitudes bajas es la falta de anillos de crecimiento, que sean distinguibles y confiablemente anuales (Coster, 1927 y 1928; Worbes, 1985; Norton et al. 1987; Détienne, 1989). Esto se da por la ausencia de estacionalidad en el clima, porque la temperatura es más o menos uniforme durante todo el año (Jacoby, 1989). Aunque se pueden observar anillos desvanecidos en algunas especies, debido a pequeñas estaciones de sequía, estos anillos no son necesariamente anuales (Fanh, 1982; Dave y Rao, 1982), como se observa en la madera de los árboles templados que interrumpen su crecimiento y pasan un letargo en el tiempo frío (Rao, 1981).

Por esta falta de anillos de crecimiento anuales en árboles tropicales, se han buscado alternativas para determinar la edad y curva de crecimiento con mayor exactitud, sin tener que sembrar y observar año por año el desarrollo del árbol. El presente trabajo analiza las posibilidades de derivar la curva de crecimiento diametral para *Guarea grandifolia* A. DC. en la selva de Los Tuxtlas en Veracruz (México). *Guarea grandifolia* se considera una especie que presenta gran amplitud ecológica en América Latina, ya que se encuentra desde Veracruz, en América Central, hasta Sudamérica. Es importante localmente por ser un árbol con gran potencial maderable, ya que se utiliza para la elaboración de muebles finos por su gran durabilidad y por su buena calidad de madera. Por lo tanto, con se pretende contribuir

II. ANTECEDENTES

Conocer el incremento anual de los árboles es fundamental en estudios ecológicos y forestales, ya que permite estimar su edad y productividad forestal. La edad de los árboles da información importante acerca de la dinámica de poblaciones de los árboles y el desarrollo sustentable en prácticas forestales. Para este propósito, Martínez-Ramos y Alvarez-Buylla (1998) mencionan 2 métodos:

- 1) Los métodos directos que pretenden determinar la edad de árboles existentes, aplicando el análisis de factores anatómicos, morfológicos y estructurales que cambian en el paso del tiempo, observando el desarrollo de los árboles a lo largo de los años a partir de su nacimiento.
- 2) Los métodos indirectos que pueden utilizar mediciones del crecimiento en árboles de diferentes tamaños para conocer la relación que existe entre el crecimiento y el tiempo.

Estimación de la edad en forma directa:

La estimación de la edad en forma directa puede ser por medio de monitorear periódicamente grupos de individuos nacidos al mismo tiempo en especies de corta vida. Por ejemplo, en la selva tropical, existen especies que completan su ciclo de vida en menos de 10 años, como es el caso de la papaya (*Carica papaya*) en la selva de Los Tuxtlas. Estos estudios han dado por resultado la relación de la variabilidad del crecimiento de las especies dependiendo de las condiciones de luz (Martínez-Ramos, 1995).

Otra estimación directa de la edad, es aprovechar los anillos de crecimiento en el tronco. Sin embargo, en los árboles tropicales de baja elevación los anillos no son necesariamente anuales. Los primeros estudios acerca de la edad y crecimiento anual en árboles tropicales tomaron en cuenta la actividad cambial y buscaron la aparición de anillos de crecimiento para ver algún cambio en la estacionalidad. Por ejemplo, Brandis en 1856 (Mariaux 1981) estudia el crecimiento de *Tectona grandis* en la India y mide la amplitud de

los anillos anuales. Chowdhury (1939) evalúa la actividad cambial de 9 especies de árboles en la India con muestras del xilema y corteza obtenidas en diferente tiempo durante un año. Paliwal y Prasad (1970) observan los cambios en la actividad cambial en los meses de Febrero a Mayo en *Dalbergia sissoo* colectada cerca de Delhi. Esta misma especie fue estudiada por Venugopal y Krishnamurti (1987), junto con *Tectona grandis*, *Albizia lebbek*, *Terminalia crenulata*, *Calophyllum inophyllum*, *Mangifera indica* y *Morinda tinctoria*. Identificaron la zona del crecimiento por la cantidad de almidón adyacente al parénquima encontrado antes y después de la actividad cambial. El crecimiento cambial y la formación de anillos en *Swietenia macrophylla*, *Cordia alliodora* y *Prioria copaifeira* en América Central ha sido estudiado por Tshinkel (1966) y McKenzie (1972). Tomlinson y Craighead (1972) observaron anillos anuales en algunos árboles tropicales de Florida. Worbes (1985) evaluó la actividad cambial en varias especies de las familias Leguminosae-Caesalpiniaceae, Bombacaceae y Euphorbiaceae en selvas inundadas por el río Amazonas (Brasil), encontrando que el período cambial depende de las inundaciones anuales que dan un patrón de crecimiento y en 1989 reporta anillos anuales de crecimiento en árboles tropicales de Venezuela (Worbes, 1989).

Posteriormente, los estudios se enfocaron a medir el crecimiento de los árboles tropicales haciendo una herida y dejando una marca en el cámbium vascular. Mariaux (1967) estudio el ritmo de crecimiento haciendo una herida en el cámbium por medio de una incisión (ventana). Esta herida forma una marca en la madera y cámbium. También midió el incremento en diámetro con ayuda de un dendrómetro. Con su método, observó la zona de crecimiento de *Aucoumea klaineana* (Mariaux 1970), *Terminalia superba* (Mariaux, 1969) y en algunas Meliaceae (*Entandophragma angolense*, *E. candollei*, *E. utile*, *E. cylindricum*, *Guarea cedrata*, introducida como *Guarea mexicana*) (Mariaux, 1977). Killman y Hong (1995) aplicaron el método de ventana de Mariaux, durante 4 años (1988-1991) en intervalos de 2 meses a 8 árboles, entre ellos *Shorea leprosula*, *Dryobalanops sumatrensis* y *Neobalanocarpus heimii* en Kepong. Sass et al. (1995) marcaron el cámbium de *Dryobalanops sumatrensis* y *Shorea tembaga* durante un período de 4 años en Malasia.

Otra forma de observar la zona de crecimiento es por medio de una marca artificial de radiocarbono en la zona de crecimiento (Nydal y Lövsseth, 1983). Como resultado de las explosiones atómicas, la concentración de carbono 14 (C^{14}) en la atmósfera ha sido el doble entre 1950 a 1965. El máximo de radiocarbono medido en árboles de este tiempo se obtuvo en los 60s. La diferencia de la concentración de radiocarbono en la atmósfera en comparación con las muestras ayudó a comprobar que los anillos son graduales en la naturaleza. Nakamura et al. (1987) aplicaron el método de radiocarbono para determinar la edad de árboles del género *Dipterocarpus*. También se aplicó en el estudio de algunos árboles tropicales de zonas inundadas de el amazonas realizado por Worbes y Junk (1989) y por Worbes (1989), considerándose una herramienta que facilita el estudio de la zona de crecimiento en el tronco.

Las cicatrices naturales en la madera son el resultado de heridas producidas, por ejemplo, por el fuego, que pueden ser consideradas para realizar un análisis de crecimiento radial en los árboles tropicales. Investigaciones en la selva de la Gran Sabana, en Venezuela, la cual ha sido afectada por incendios, provocan en los árboles diferentes heridas (Worbes, 1996). Estas cicatrices producen daño físico y, anatómicamente, algunos árboles reaccionan formando una banda de parénquima, tal vez inducida por el daño. El anillo de referencia en la zona de crecimiento se diferencia de los demás anillos por ser pequeño o de poca amplitud (Schweingruber et al. 1990).

Más recientemente se intentó aplicar otros métodos para estudiar la actividad cambial y medir el incremento, como el método del alfiler que se ha utilizado para el estudio de medida de la formación de madera (Wolter, 1968). Este método ha sido aplicado para el estudio de árboles de zonas templadas (Shimaji y Nagatsuka, 1971; Yoshimura, et al. 1981 a y b y Kuroda y Shimaji, 1983, 1984 a y b). Shiokura (1989) reportó un experimento insertando alfileres en los árboles tropicales, con intervalos de tres meses. La cantidad del crecimiento fue clarificado por la posición de la marca del cámbium inicial y la zona de diferenciación donde se insertó el alfiler. Nobuchi et al. (1995) utilizaron el método de Wolter (1968) para marcar el cámbium en las especies de *Hopea odorata* y *Shorea henryana* en un bosque perenne al oeste de Tailandia. La posición de las células del

cámbium inicial en el tiempo de la inserción fue estimado desde la zona donde las células fueron indirectamente afectadas por la inserción, dando como resultado la formación de células aberrantes y canales de resina en *Shorea*. Kuroda y Kiyono (1997) midieron el incremento durante dos años del xilema, modificando el método del alfiler con una incisión con navaja en los troncos de *Chamaecyparis obtusa*. Estos autores indican que este método es mejor que el del alfiler, ya que este último sólo marca un punto en el árbol.

Estimación indirecta de la edad:

La estimación indirecta de la edad se basa en el crecimiento del diámetro del tronco de los árboles. La estimación obtenida de esta forma se relaciona con el tamaño-crecimiento-tiempo. El incremento periódico anual y el tiempo que tarda en crecer a una cierta edad son dos métodos empleados para crear curvas de crecimiento y estimar el tamaño en relación con la edad (Lieberman y Lieberman, 1985). En la selva de Los Tuxtlas se calculó la edad de algunos árboles de *Pseudolmedia oxyphyllaria*, donde el diámetro máximo a la altura del pecho (DAP) encontrado fue de 58 cm. Los resultados calculados de edad fueron los siguientes: 5 cm en 27 años, 10 cm en 45 años, 20 cm en 68 años, 40 cm en 103 años, 58 cm en 197 años. El PT se calcula como el recíproco de la proporción anual del árbol en diferentes tamaños, la edad se obtiene por acumulación secuencial de las diferentes clases de tamaño estimadas en diferentes años. Por ejemplo, para *Pseudolmedia oxyphyllaria* se calculó la edad de acuerdo al diámetro a la altura del pecho (DAP) siendo fue 5 cm en 19 años, 10 cm en 24 años, 20 cm en 33 años y 40 cm en 44 años. No se obtuvo información para estimar la edad después de 40 cm de DAP. Por lo que, la estimación de la edad con el PT es mucho más corto que el obtenido con el PAI (Martínez-Ramos y Alvarez-Buylla, 1998).

La estimación de la edad basada en forma vertical se restringe a las palmas que tienen un eje vertical y acumulan anillos con cicatrices de hojas producidas por el meristemo apical, que de alguna forma se correlacionan con el tiempo en que tarda en crecer en longitud el tallo. Con este método se han estimado edades de 135 años para la palma *Astrocaryum mexicanum*; de 100 años para la palma de sombra *Chamaedorea*

elegans y de 33 años para la palma *Chamaedorea tepejilote* en Veracruz, México (Martínez-Ramos y Álvarez-Buylla, 1998; Oyama, 1993).

La estimación de la edad basada en la mortalidad de los árboles, puede ser usada para obtener una edad máxima (longevidad) estimada en árboles de cierto tamaño, usando un modelo exponencial. La longevidad de 35 a 200 años ha sido calculada para arbustos y especies de árboles de la Isla de Barro Colorado, Panamá (Condit et al., 1995). Usando un modelo hiperbólico se estima la longevidad de 11 a 623 años en 23 especies de árboles de Los Tuxtlas, Veracruz (Martínez-Ramos y Álvarez-Buylla, 1998).

Otro método indirecto lo propone Ricker (1998). Este método se basa en una regresión no-lineal tomado de un modelo continuo de crecimiento, para derivar la relación edad-diámetro con medidas de incremento anual, obtenidas en un tiempo mínimo de un año y abarcando diferentes rangos de diámetros. El método emplea el modelo de crecimiento de Bertalanffy-Richards-Chapman (BRC), que se describe con más detalle en la sección de los métodos.

De los métodos indirectos, el de Ricker (1998) se considera actualmente el más útil debido a que el modelo que propone se puede realizar durante un año, solo midiendo los diámetros de diferentes árboles. La ventaja del método es que no daña a los árboles y con las medidas de los diámetros se calcula la edad de cada uno de ellos.

En este trabajo se aplicaran los métodos directos, anatómicos y de densidad, así como indirectos (modelo de Ricker, 1998) para evaluar la edad de *Guarea grandifolia*.

III. OBJETIVOS

1. Determinar y analizar el incremento del diámetro anual en 10 árboles de *Guarea grandifolia* en la selva de los Tuxtlas, Veracruz.
2. Observar la variación del diámetro de vasos en *Guarea grandifolia* para buscar la posible presencia de anillos de crecimiento.
3. Determinar diferencias en la densidad de la madera entre los 10 árboles de *Guarea grandifolia* y correlacionar su densidad con el incremento diametral.
4. Aplicar el modelo de crecimiento propuesto por Ricker (1998) para estimar la edad de los 10 árboles de *Guarea grandifolia* y derivar la curva del crecimiento.
5. Aplicar el mismo modelo de crecimiento para 90 árboles adicionales de *Guarea grandifolia*, para comparar la curva de crecimiento resultante de 10 árboles medidos a diferentes alturas, con la curva de crecimiento resultante de 90 árboles medidos a una sola altura.

IV. AREA DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó dentro de la reserva de la Estación de Biología "Los Tuxtlas" de la Universidad Nacional Autónoma de México que se encuentra en el kilómetro 29.5 de la carretera Catemaco-Montepío, entre los 95°04' y 95°09' de longitud oeste y los 18°34' y 18°36' de latitud norte. La reserva está localizada en la vertiente este del volcán San Martín Tuxtla y ocupa un terreno inclinado cuya altitud varía entre los 150 m en lado este, hasta aproximadamente 650 m en su lado oeste.

El ecosistema predominante en las zonas de baja elevación es la selva alta perennifolia, según Miranda y Hernández X. (1963). En la selva alta perennifolia la altura máxima de dosel alcanza unos 30 m, mientras que los estratos de la vegetación pueden o no ser marcados dependiendo del sitio y del estado de regeneración o sucesional. Sin embargo, el estrato más definido es el inferior hasta aproximadamente 12 m en el cual predomina la forma de vida de las palmas, particularmente *Astrocaryum mexicanum* y *Chamaedorea tepejilote*. También en la región se encuentran otros tipos de vegetación como manglar, selva baja perennifolia, selva mediana, selva subcaducifolia, encinar, sabana, pinar bosque caducifolio y vegetación costera (Ibarra-Manríquez, 1985). Dentro de la gran variedad de especies arbóreas encontramos a *Nectandra ambigens* (Blake) C.K. Allen, *Brosimum alicastrum* Sw., *Terminalia amazonia* (Gmel.) Exell., *Cymbopetalum penduliflorum* (Dunall) Ball, *Dendropanax arboreus* (L.); Decne y Planch, *Hampea nutricia* Fryxell, *Guarea glabra* Vahl, *Guarea chichon* C. DC. (Solis, 1992).

El área de la reserva está cubierta principalmente por selva alta perennifolia, aunque existen algunas variantes de la misma, como la selva mediana en el cerro "El Vigía". En gran parte, los alrededores de la reserva están convertidos en potreros o acahuales, excepto hacia el flanco oeste, el cual está cubierto por selva que se extiende hacia el volcán San Martín (figura 1) (Ibarra-Manríquez, 1985; Castelan, 1992).

Los potreros de la región de Los Tuxtlas son de dos tipos, de pastos nativos llamados "gramas" (*Paspalum conjugatum*, *Axonopus compressus*, *Setaria geniculata*,

Panicum spp, *Digitaria* spp, entre las principales especies), y de pastos cultivados, principalmente "estrella africana" (*Cynodon plectostachyus*) en el macizo de San Martín, y "zacate Guinea" (*Panicum maximum*) en el macizo de Santa Martha. En los alrededores de la Estación de Biología "Los Tuxtlas", los predios tienen entre uno y 40 años de haber sido deforestados, aunque el promedio está por arriba de los 20 años. Los potreros tienen una vida media relativamente larga, y no es difícil encontrar potreros que se han mantenido por más de 15 años como tales (Dirzo y García, 1992).

La región de Los Tuxtlas presenta un relieve principalmente volcánico, constituido por el macizo de San Andrés o de Los Tuxtlas, que contrasta con las tierras bajas pantanosas de la cuenca de sedimentación de Veracruz que la circunda. En áreas cercanas a Los Tuxtlas afloran rocas de edad eocénica y cretácica, que en la zona de Los Tuxtlas no se encuentran en superficie. Los afloramientos sedimentarios son escasos debido a la gran extensión de depósitos volcánicos más jóvenes y a la vegetación abundante. En el área de Los Tuxtlas se localizan cerca de 300 conos volcánicos de composición basáltica (Nelson y González, 1992).

La Sierra de Los Tuxtlas se compone de una sucesión de montañas de orientación diagonal NW-SE. Las montañas son una densa aglomeración de cráteres pequeños; los más conspicuos de estos son el volcán de San Martín (con una altura de 1780 m.s.n.m.), el de Santa Martha (1660 m.s.n.m.) y San Martín Pajapan (1245 m.s.n.m.). El macizo montañoso se encuentra partido en dos porciones, una al noroeste, constituida por el volcán San Martín, y otra hacia el sureste, llamada Sierra de Santa Martha, separadas por una depresión en la que se asienta el lago de Catemaco, uno de los de mayor extensión en el país. La sierra es una importante barrera climática (Dirzo et al., 1997).

Existen terrenos kársticos y suelos someros de aproximadamente 5 cm de espesor. Presentan colores oscuros a rojizos, con buen contenido de arcilla; el pH es ligeramente ácido. El tipo de rocas presentes en la zona es principalmente de origen volcánico, dada la cercanía del volcán de San Martín. El suelo dominante que se presenta en un 80% de la zona se denomina feozem húmico regosol, feozem lúvico, y se caracteriza por poseer una

pendiente pronunciada con suelos que presentan 5 cm de horizonte orgánico y que debido a la pendiente y a la edad geológica no han desarrollado todos sus horizontes (Ibarra-Manriquez, 1985).

De acuerdo con el sistema climático de Koeppen modificada por García (1981), en la región de Los Tuxtlas están presentes el grupo de climas cálido A y el subgrupo semicálido A(C). El primero se caracteriza porque la temperatura media anual es mayor de 22°C y la media del mes más frío superior a 18°C, en tanto que en el semicálido la media anual es mayor a 18°C. En la región se localiza también el subtipo semicálido (A)C(fm), restringido a las partes altas de la sierra. Se distingue en cuanto a la humedad porque llueve durante todo el año y acumulan 40 mm de precipitación en el mes más seco. La región de Los Tuxtlas se ve afectada por la presencia de dos tipos de perturbaciones atmosféricas, los ciclones y los "nortes". Los ciclones tropicales son responsables de aportes considerables de humedad en forma no violenta. En la zona de Los Tuxtlas su influencia se manifiesta en el aumento de la precipitación en el mes de septiembre y en menor proporción en octubre. Los llamados "nortes" son invasiones de masas de aire frío que provienen del norte de los Estados Unidos de América y del sur de Canadá, y que al cruzar las aguas del Golfo de México modifican su temperatura y recogen humedad. En la región de Los Tuxtlas su influencia es especialmente notoria, ya que algunos subtipos climáticos de la zona están caracterizados por el porcentaje de lluvia invernal cuya cantidad depende de los "nortes" (García, 1981).

La red fluvial de la zona de Los Tuxtlas es fundamentalmente radial debido al macizo de San Andrés. Las corrientes en la parte norte del área fluyen directamente hacia el Golfo de México, mientras que al sur el río San Andrés se une con otros ríos, entre ellos el Santiago, desembocando en el Hueyapan, San Juan y finalmente en el Papaloapan. El río San Andrés nace en el lago de Catemaco, que constituye un nivel base local para algunos arroyos. En el área de Los Tuxtlas existen varios lagos de cráter, como las lagunas Encantada, Tecolapan y Amaxtlán; incluso la formación del lago Catemaco está íntimamente ligada al campo volcánico que lo circunda. Otras lagunas como las de Sontecomapan y Ostión tienen comunicación con el mar (Dirzo et al., 1997).

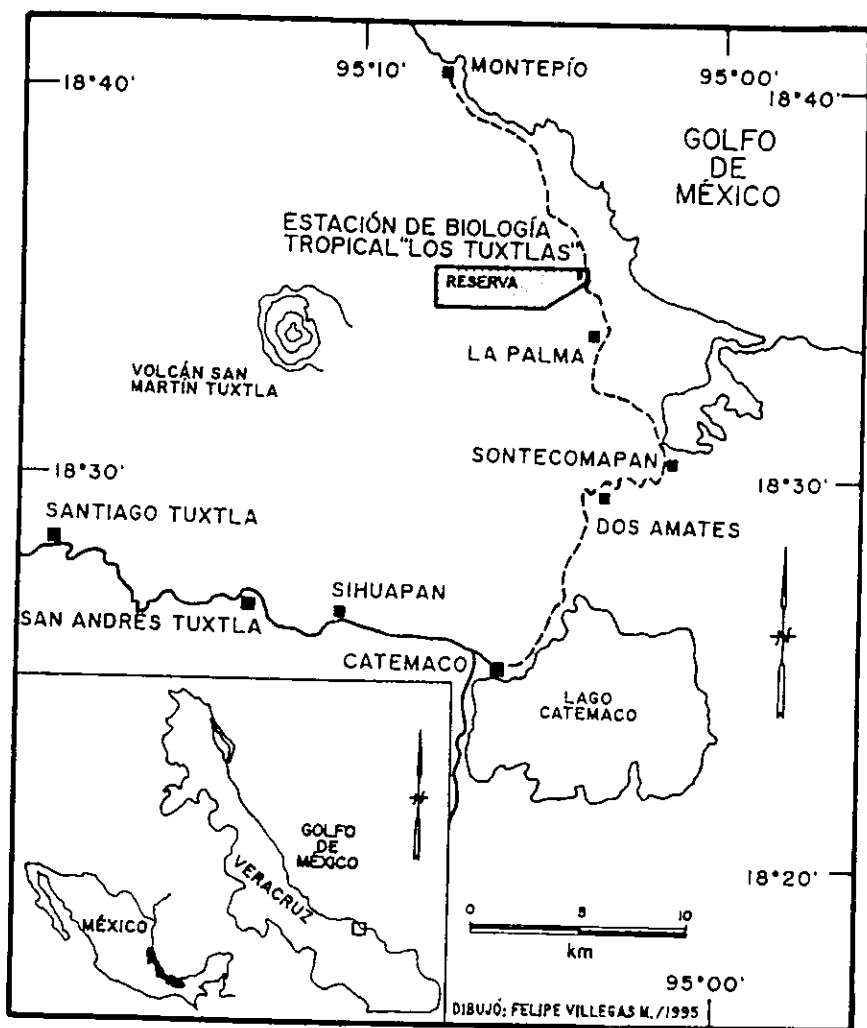


FIGURA 1. Localización de la reserva de la Estación de Biología "Los Tuxtlas". El mapa muestra solo la parte norte de la región geográfica de Los Tuxtlas (Mapa dibujado por Felipe Villegas M., Instituto de Biología UNAM, 1995).

V. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE *GUAREA GRANDIFOLIA* A. DC.

Guarea grandifolia A. DC. (sinónimo *Guarea chichon* C. DC.) es un árbol de la familia Meliaceae, de 20 a 35 m de alto y con un diámetro hasta más de 100 cm. El fuste es cilíndrico, recto y ligeramente más anguloso hacia la base. Los contrafuertes son insinuados, redondos, de 20 a 50 cm de alto y numerando 4 a 7 por tronco. La copa es abierta y redondeada. La corteza externa es escamosa o lisa de textura granular, su color es pardo a pardo amarillenta o pardo grisáceo-rojizo. El grosor de la corteza es de 10 mm aproximadamente (Ibarra-Manríquez, 1985; Solís, 1992). El xilema secundario presenta porosidad difusa, sin zonas de crecimiento definidas aunque a veces hay una tendencia a estar separadas por una franja oscura. Los poros son ovalados, principalmente solitarios y a veces en agregados de 2 y escaso de 3 ó más. Los elementos de vaso son medianos, con platinas de perforaciones simples. El parénquima axial es paratraqueal aliforme confluyente. En la cara tangencial, el parénquima axial se observa formando cuerpos fusiformes anchos. En la cara radial, sus células tienen forma rectangular con las aristas redondeadas. Los radios son pequeños homocelulares, uniseriados y escasos biseriados (figura 2) (Ortega et al., 1991; Solís, 1992).

Guarea grandifolia se distribuye en el sur de México, Centroamérica y norte de Sudamérica, desde Colombia y Venezuela hasta Perú y norte de Brasil (figura 3). En México se encuentra principalmente en la zona del Istmo de Tehuantepec donde convergen los estados de Veracruz, Oaxaca, Chiapas y Tabasco. También se ha registrado en el estado de Puebla en su porción norte. Se desarrolla generalmente sobre suelos derivados de rocas calcáreas y con drenaje rápido. Comúnmente forma parte de las selvas altas perennifolias y medianas subperennifolias y subcaducifolias. Florece de Marzo a Julio (excepcionalmente Septiembre) y fructifica de Enero a Marzo (excepcionalmente Junio) (Pennington, 1981). Según Ibarra-Manríquez y Sinaca-Colín (1989), existen árboles que florecen y fructifican en Los Tuxtlas todo el año.

El nombre común conocido en Los Tuxtlas es "sabino". Otros nombres en México son "canesté", "chichón de montaña", "cascarillo" (Tabasco); "aycoy", "azote", "azolé",

"chaschom de montaña" (Chiapas); "hoja blanca" (Puebla y Veracruz); "bejuco blanco", "manzanillo rosadillo" (Oaxaca); "calaguaste", "chichón", "chochón blanco" (Tabasco y Chiapas); "palo blanco" (Tabasco, Chiapas y Veracruz); "cedrillo" (Veracruz y Chiapas); "sabino", "palo de bejuco", "palo de bejuco real", "javín" (Veracruz). "No-choc-heck" (Belize); "carapa" (Cayenne); "mancharro" (Colombia); "piton", "apae" (Ecuador); "cedrillo", "colapaya", "trompillo" (Guatemala); "carbón" (Honduras); "pronto alivio" (Nicaragua); "cedro macho" (Panamá); "kumsimsakis" (Perú, Amazonas); "requia de itura" (Perú, Huanaco); "latapi", "latapi de hoja menuda" (Perú, Loreto) (Pennington, 1981; Ibarra-Manríquez, 1985).

El principal producto de esta especie es su madera con la que se pueden elaborar muebles finos. En zonas rurales es muy apreciada para la construcción de las casas debido a su gran durabilidad. Se recomienda para cajas de empaque, aserrio, artículos torneados, decoración de interiores, construcción de barcos, ensambles, carpintería en general, chapa decorativa y triplay. También se ha sugerido como sustituto del "cedro" (*Cedrela odorata* L.) y la "caoba" (*Swietenia macrophylla* King) en la mayoría de sus usos (Ibarra-Manríquez, 1985). En aspectos técnicos la madera es muy parecida a la *Cedrela odorata*, solamente que le falta el olor agradable de esta última especie.

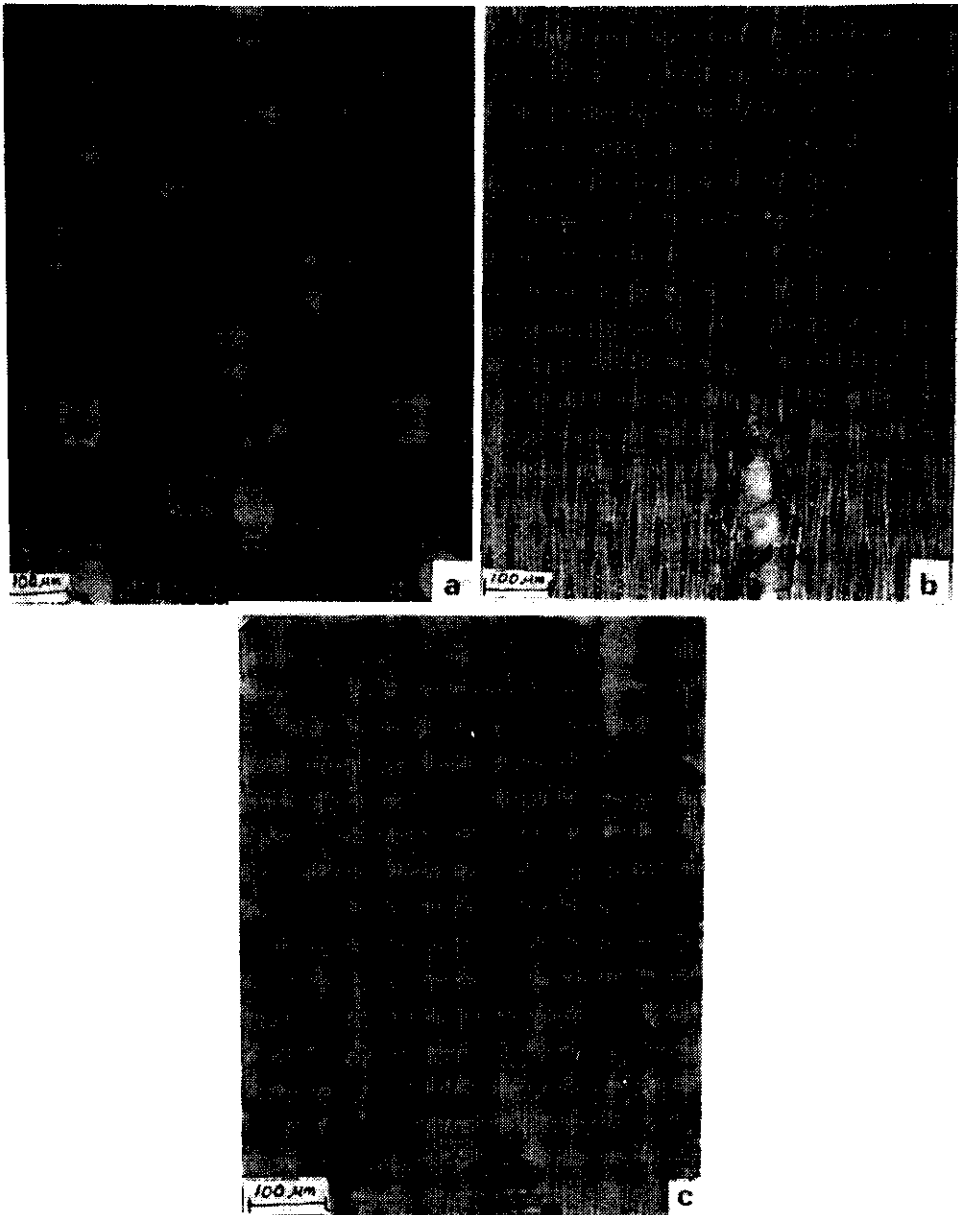


FIGURA 2. Características microscópicas de *Guarea grandifolia*. a) Sección transversal. Parénquima paratraqueal, aliforme y en bandas confluentes; b) Sección tangencial. Platina simple, vasos medianos, radios uniseriados y biseriados y c) Sección radial. Radios heterocelurares. Barra = 100 µm.

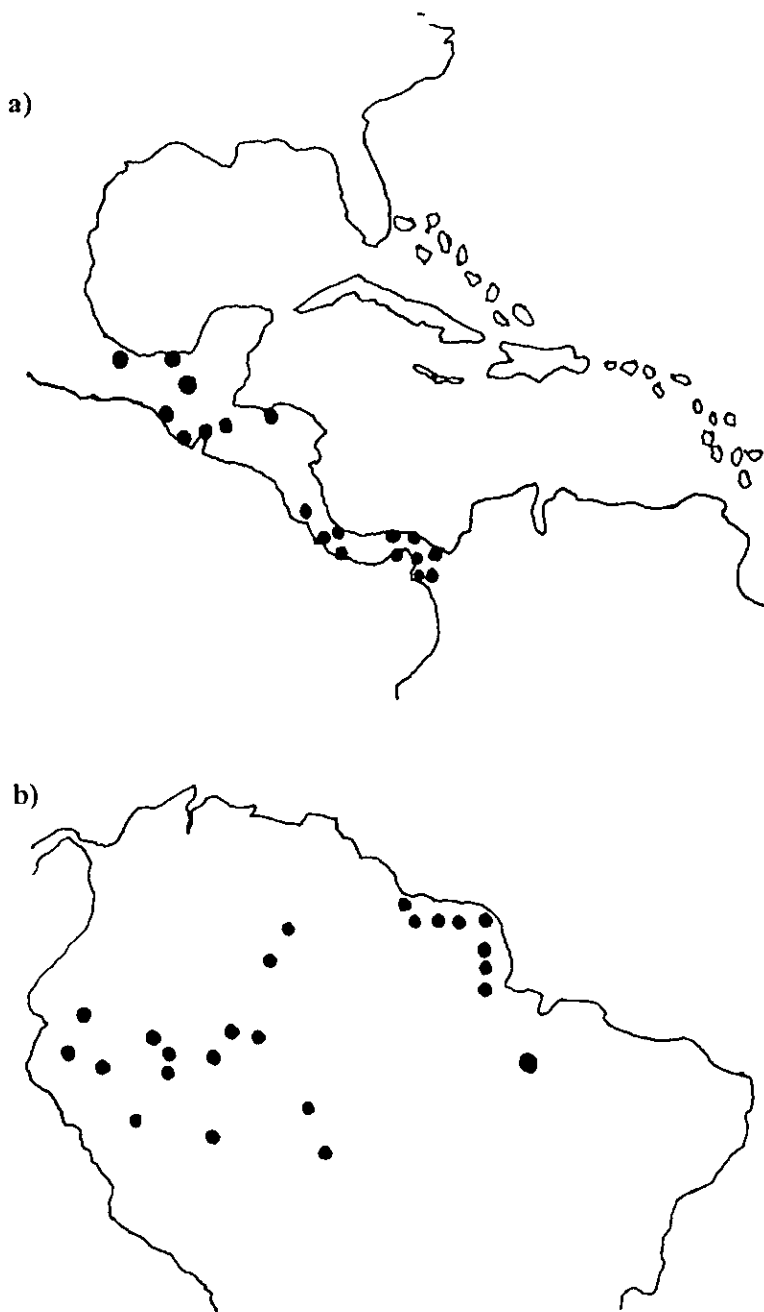


FIGURA 3. Localización de *Guarea grandifolia*. a) en América Central y b) al sur de América (tomado de Pennington, 1981).

VI. MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon dos inventarios de árboles de *Guarea grandifolia*, uno de 10 y otro de 90 individuos. Los árboles crecieron en forma natural en la Estación de Biología "Los Tuxtlas". En los dos inventarios, se seleccionaron árboles con diferente diámetro del tallo (8 a 80 cm en el inventario de 10 árboles y 25 a 80 cm en el inventario de 90 árboles) con el fin de aplicar el modelo de Ricker (1998) para determinar las edades de los árboles.

MEDICIÓN DEL CRECIMIENTO DEL DIÁMETRO:

Se midió el perímetro de los 10 árboles con cinta métrica a diferentes alturas del tronco, tres veces a cada altura, para obtener un promedio por altura en los meses de diciembre de 1995, diciembre de 1996 y octubre de 1998 (figura 4a). El perímetro de los 90 árboles se midió a una sola altura durante junio de 1997 y diciembre de 1998 (figura 4b). Para los dos casos se marcó el lugar de la primera medición con pintura para medir posteriormente en el mismo lugar. El diámetro se calculó a partir del perímetro con la siguiente fórmula:

$$\text{Diámetro} = \text{Perímetro} / \pi$$

En el caso de los 10 árboles se calculó el incremento en dos años consecutivos. En el primer año (1996) el lapso entre las mediciones fueron 367 días, casi exactamente un año, y el segundo año (1997) de medición abarcó 677 días, así que se interpoló linealmente el incremento a 365 días.

$$\text{Incremento 96} = \text{Diámetro 96} - \text{Diámetro 95}$$

Para el segundo año (1997) se calculó:

$$\text{Incremento 97} = (\text{Diámetro 98} - \text{Diámetro 96}) (365 \text{ días} / 677 \text{ días})$$

También para los 90 árboles medidos a una sola altura se obtuvo el perímetro y posteriormente el diámetro. El lapso de tiempo para el estudio fue de junio 1997 a diciembre de 1998 (550 días), por lo que el cálculo del incremento se interpoló también a 365 días:

$$\text{Incremento 1998} = (\text{Diámetro 98} - \text{Diámetro 97}) (365 \text{ días} / 550 \text{ días})$$

Análisis de varianza con datos de crecimiento diametral del tronco:

El análisis de varianza o "ANOVA" utilizado para el incremento anual del diámetro en la muestra de 10 árboles fue de 3 vías (Sokal y Rohlf, 1995), con el fin de comprobar si existían diferencias significativas en los incrementos (1) entre árboles, (2) altura arriba y abajo y (3) entre los años 1 (1996) y 2 (1997).

ANÁLISIS DE VASOS:

Para buscar la posible existencia de anillos anuales de crecimiento en cada árbol, se obtuvieron muestras de cada uno de los 10 árboles durante un año (enero a diciembre de 1996), con un taladro de Pressler de un diámetro interno de 10 mm. Este se introdujo perpendicularmente al tronco (figura 5), se obtuvieron dos muestras por mes para cada uno de los 10 árboles con una longitud de 1.5 a 2 cm y se fijaron en FAA (500 ml de alcohol de 96°, 50 ml de ácido acético, 100 ml de formol y 350 ml de agua destilada).

Las muestras en FAA se sometieron a un vacío durante 24 horas. Posteriormente, se lavaron con agua corriente otras 24 horas y se secaron en una estufa a 60°C durante 6 horas. La muestra ya seca, se orientó en forma transversal a las fibras (figura 6). Se pintó con una solución de poliéster diluida al 80% con xilol y se dejó secar al aire. Se seccionó en un microtomo de deslizamiento para obtener cortes histológicos de 30 a 40 micras de grosor. Se les eliminó el poliéster sumergiéndolos en xilol durante 2 a 3 horas, después se procedió a la rehidratación de los mismos en alcoholes graduales (100%, 96%, 70% y 50%) y se dejaron en safranina durante 24 horas. Se lavaron en agua para quitar el exceso de

safranina y fueron deshidratados en alcoholes graduales (50%, 70%, 96% y 100%). Finalmente, se aclararon en xilol y se montaron en resina sintética.

Utilizando un microscopio óptico con ocular graduado, los vasos se midieron en forma tangencial comenzando a partir del cámbium hasta el final de la preparación en 10 radios seguidos (Figura 7). Las mediciones se obtuvieron en micras (um). Posteriormente se hizo la conversión de micras a milímetros al dividir las entre 1000 (1 mm = 1000 um).

Análisis de varianza con los datos del diámetro de vasos:

Se realizó el análisis de varianza o "ANOVA" anidada para conocer si existían diferencias significativas en el diámetro de los vasos entre árboles y dentro de los árboles (Sokal y Rohlf, 1995).

DENSIDAD DE LA MADERA:

Para poder analizar la relación entre el incremento anual del árbol y la densidad de la madera por el método de gravedad específica, se utilizaron las mismas muestras de madera de la sección de "Análisis de vasos", obtenidos con un taladro de Pressler durante el año de 1996, tanto del lado norte como sur del tronco. La muestra se dejó secar en una estufa a 105°C durante 24 horas. Posteriormente se determinó la masa (m) en gramos (g) y el volumen (V) en mililitros por desplazamiento del agua después de la inmersión de la madera en un vaso de precipitados. La fórmula para obtener la densidad fue la siguiente:

$$\text{Densidad} = \text{Masa} / \text{Volumen}$$

Análisis de varianza con datos de densidad de la madera:

Se realizó un análisis de varianza "ANOVA" factorial de dos vías para observar si existían diferencias significativas de la densidad obtenida entre los árboles y entre el lado norte y lado sur (Sokal y Rohlf, 1995).

ESTIMACIÓN DE LA EDAD DE LOS ÁRBOLES:

Este modelo ha sido utilizado frecuentemente como modelo de crecimiento para árboles (Bredenkamp y Greoire, 1988; Zeide, 1993). El primero que utilizó el método fue el zoólogo Von Bertalanffy (1957). Richards (1959) lo adaptó para plantas y Chapman (1961) para hacer estudios de poblaciones en peces. Fue utilizado por primera vez por Pienaar y Turnbull (1973) en forestería.

En este trabajo se aplica el modelo "Bertalanffy-Richards-Chapman" o "BRC" adaptado por Ricker (1998) para calcular la edad de los árboles.

La función básica del modelo BRC relaciona el diámetro (**D**) u otra variable (volumen, altura) con la edad:

$$D = (D_M) (1 - e^{-(a)(Edad)^b})^b \quad (1)$$

La ecuación depende de los 3 coeficientes de regresión D_M , a y b . El parámetro D_M se considera el diámetro máximo en la edad infinita que alcanzó, a se puede interpretar como parámetro de la velocidad del crecimiento y b como parámetro de la forma que toma la curva de crecimiento. Consecuentemente, D_M y b pueden ser interpretados como parámetros específicos de la especie y a como parámetro específico del sitio. Por lo tanto, se pueden determinar los parámetros D_M y b en un sitio, y diferentes a se pueden determinar para sitios diferentes.

$$\text{Ln}[RG] = \ln(a)(b) / [1 / (1 - (D / D_M)^{1/b}) - 1] \quad (2)$$

La ecuación 2 relaciona las variables *RG* (crecimiento relativo) y *D* (diámetro), sin depender de la edad. El crecimiento relativo es calculado con el incremento anual del diámetro dividido entre el diámetro medido inicialmente en el árbol.

Los parámetros *D_M*, *a* y *b* se pueden determinar en la ecuación 2 por medio de una regresión no lineal, y la edad de un árbol puede entonces ser calculada en base de su diámetro:

$$\text{Edad} = \ln [1 - (D / D_M)^{1/b}] / -a \quad (3)$$

Regresión no lineal

Los parámetros *D_M*, *a* y *b* de la ecuación 2 fueron determinados a partir de una regresión no lineal, minimizando la suma de cuadrados. Existen diferentes algoritmos de la regresión no lineal. El método de Simplex descrito por O'Neill (1986), es empleado en el paquete estadístico Systat 6.0. El éxito de este algoritmo para encontrar la solución puede depender de los valores iniciales para los parámetros. Además, dependiendo de los datos establecidos quizá ocurra un incremento en el parámetro *D_M* y una disminución de *a* a lo largo del tiempo. Para este trabajo el Dr. Martin Ricker programó un algoritmo iterativo en *Turbo Pascal* con la siguiente estructura para llevar a cabo una regresión no lineal con la ecuación 2.

Las curvas de intervalo de confianza se forman de acuerdo a la interdependencia de los parámetros *D_M*, *a* y *b*. Por lo que pueden resultar curvas asimétricas.

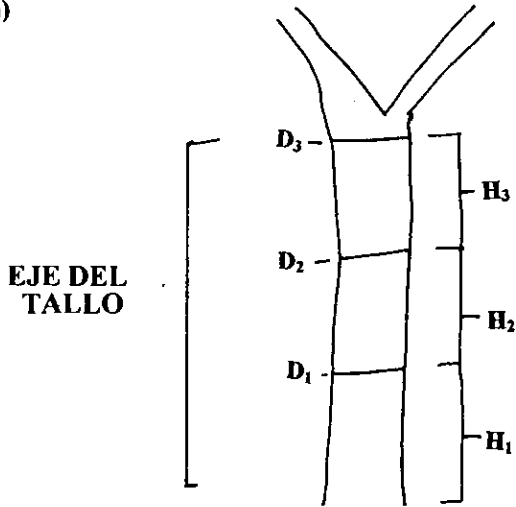
Método de Bootstrap:

Este método se utilizó para determinar las curvas de confianza, ya que la distribución y la interdependencia de los parámetros *D_M*, *a* y *b* son desconocidos. El Bootstrapping resuelve en forma empírica el problema de cómo interactúan los parámetros,

por ejemplo, D_M se desvía de un valor conocido que pudiera afectar a y b . Este método no conoce las poblaciones paramétricas, porque la idea consiste en que uno toma una muestra poblacional como una muestra pseudoparamétrica y al azar, para multiplicar una muestra poblacional de la población original. Como consecuencia, algunos datos de la muestra de la población original son perdidos en nueva muestra de población, los cuales aparecen repetidamente.

En este trabajo, para cada muestra poblacional, los parámetros D_M , a y b fueron derivados por una regresión lineal. El valor inicial es el valor medio obtenido de una población original. Consecuentemente, las diferentes combinaciones obtenidas de D_M , a y b ayudan a calcular la edad con todos los diámetros obtenidos con la ecuación 3. Los valores obtenidos en el intervalo de confianza del 95% se ordenaron del más bajo al más alto, por lo que la forma de las curvas de confianza depende del número de muestras utilizadas para el bootstrap (Manly, 1997).

a)



b)

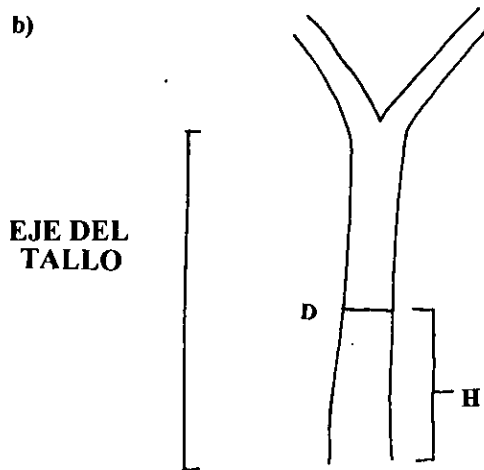


FIGURA 4. Forma en que se obtuvieron las mediciones realizadas con cinta métrica, (a) para el cálculo del diámetro (D_1 , D_2 , D_3 , etc.) medido a diferentes alturas (H_1 , H_2 , H_3 , etc.) en el inventario de los 10 árboles y (b) el diámetro (D) medido a una sola altura en el inventario de los 90 árboles.

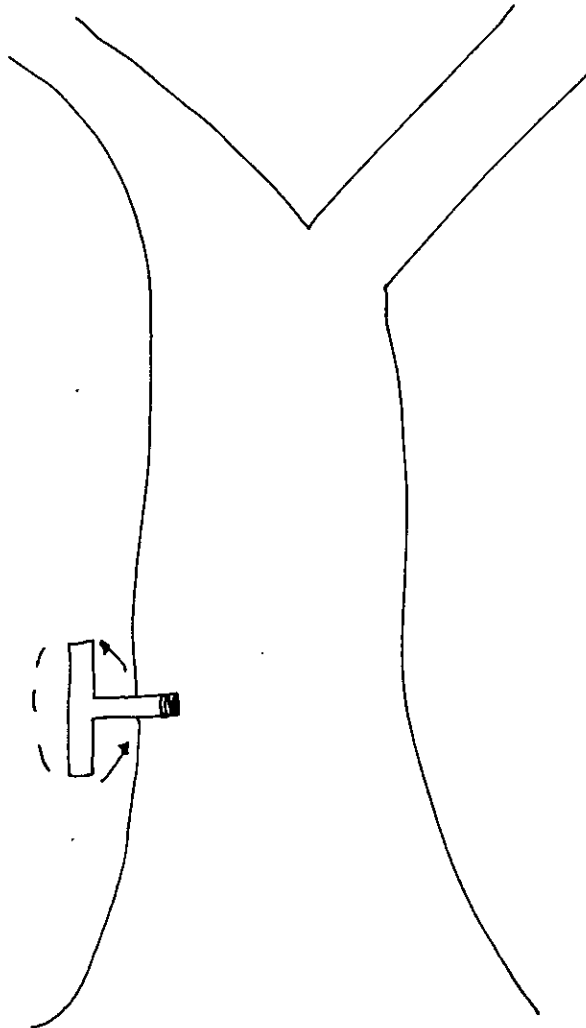


FIGURA 5. Forma en que se obtuvo la muestra con el taladro de Pressler para cada mes del año de 1996. La muestra se obtuvo con un diámetro de 10 mm y una longitud de aproximadamente 1.5 a 2 cm.

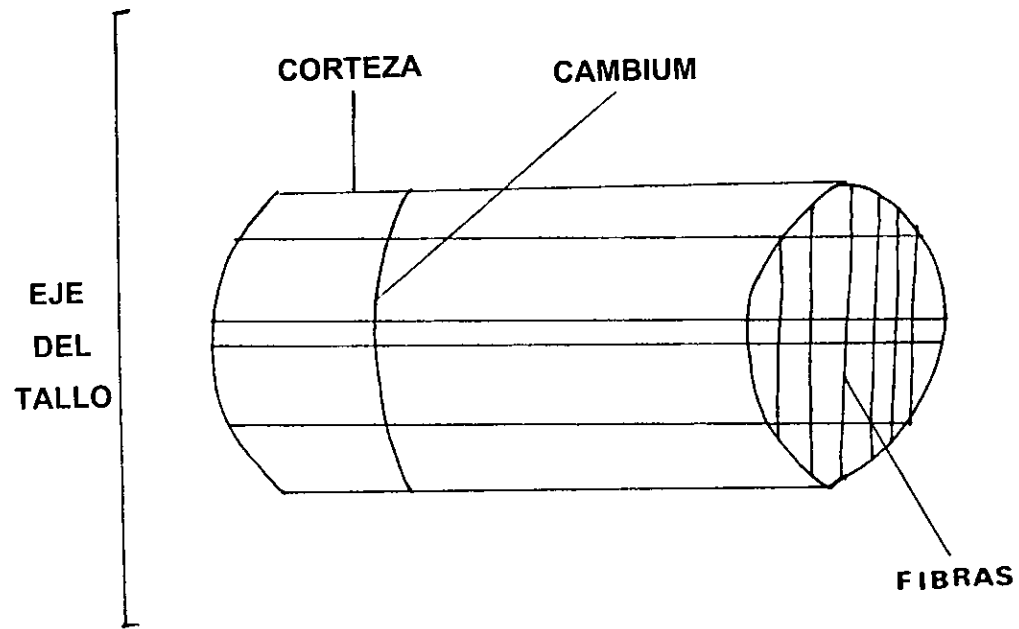


FIGURA 6. Posición para obtener la muestra con el taladro de Pressler y la forma en que se seccionó en el microtomo, orientándola en forma transversal a las fibras.

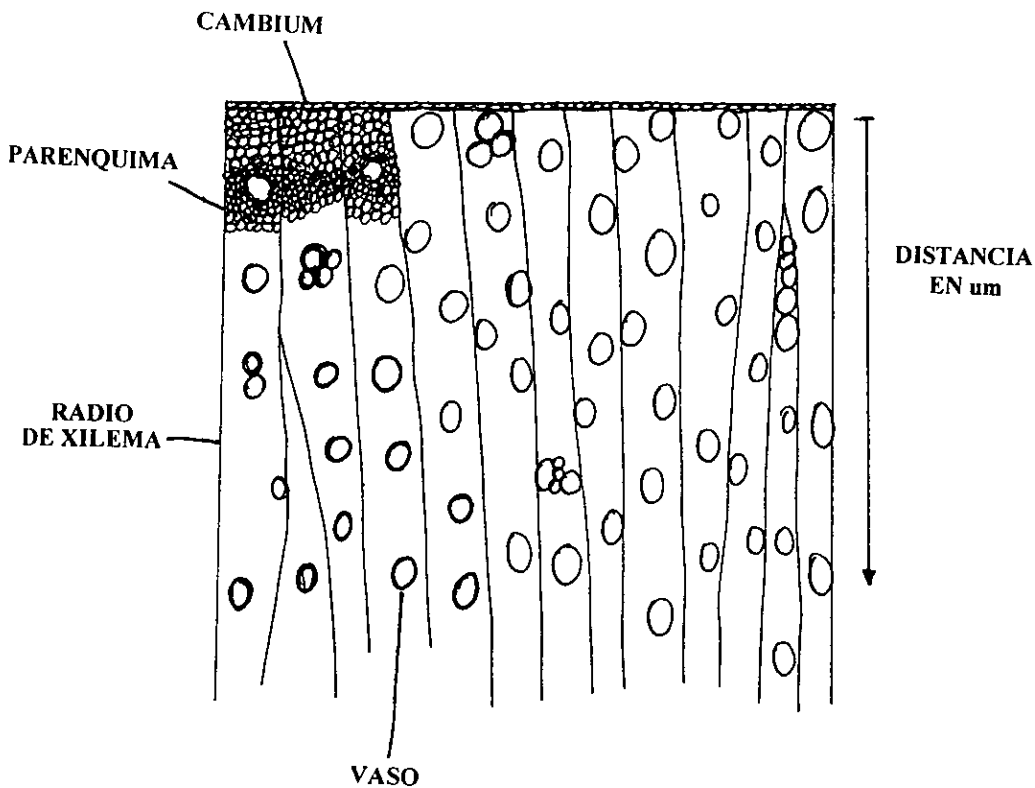


FIGURA 7. Esquematización de la forma en que se midió el diámetro de los vasos, a partir del cambium en 10 radios.

VII. RESULTADOS

CRECIMIENTO DEL DIÁMETRO:

La tabla 1 muestra los promedios obtenidos anualmente por árbol. La columna 2, 3 y 5 es el promedio de los diámetros obtenidos durante los años 1995, 1996 y 1998; la columna 4 y 6 muestran el promedio del incremento anual calculado para los 10 árboles durante el año 1995-1996 y 1996-1998; y la última columna indica el promedio del ajuste a 365 días realizado para el incremento encontrado durante 1996-1998. En esta tabla se observa la variación del promedio del incremento obtenido en el diámetro en los 10 árboles de *Guarea grandifolia* medidos a diferentes alturas en los dos años de estudio, mostrando que para el año 1995-1996 el árbol que presentó mayor incremento fue el árbol # 7 con un incremento diametral de 0.92 cm/ año (tercera columna), para un año en 1996-1998 (última columna) fue para el árbol # 5 con un valor de 2.95 cm/ años. El resultado de menor incremento promedio en diámetro es muy variable también, ya que para 1995-1996 se registró un valor mínimo de 0.23 cm/ año para el árbol # 5, y para el ajuste calculado para 1996-1998 se encontró un valor mínimo de 0.03 para el árbol # 8.

TABLA 1 Promedio del diámetro e incremento anual de *Guarea grandifolia* medido a diferentes alturas del tronco durante diciembre de 1995, diciembre de 1996 y octubre de 1998, así como el calculo del incremento ajustado para 1997.

| NO. ARBOL | DIAMETRO 1995 (cm) | DIAMETRO 1996 (cm) | INCREMENTO 1995-1996 (367 días) (cm/ año) | DIAMETRO 1998 (cm) | INCREMENTO 1996-1998 (677 días) (cm/ año) | INCREMENTO 1996-1997 (Ajustado a 365 días) (cm/ año) |
|-----------|--------------------|--------------------|---|--------------------|---|--|
| 1 | 25.88 | 26.18 | 0.30 | 26.28 | 0.17 | 0.09 |
| 2 | 63.69 | 63.91 | 0.36 | 64.46 | 0.69 | 0.37 |
| 3 | 09.06 | 09.43 | 0.38 | 09.76 | 0.53 | 0.28 |
| 4 | 58.94 | 58.99 | 0.34 | 60.87 | 1.87 | 1.01 |
| 5 | 64.94 | 65.11 | 0.23 | 67.47 | 2.95 | 1.59 |
| 6 | 25.09 | 25.66 | 0.57 | 26.06 | 0.40 | 0.22 |
| 7 | 19.65 | 20.57 | 0.92 | 21.74 | 1.17 | 0.63 |
| 8 | 19.20 | 19.49 | 0.25 | 19.47 | 0.09 | 0.03 |
| 9 | 58.53 | 58.67 | 0.33 | 60.28 | 1.61 | 0.87 |
| 10 | 10.82 | 11.09 | 0.27 | 11.30 | 0.27 | 0.15 |

La tabla 2 muestra los datos de entrada para Systat 6.0. Estos datos se tomaron del apéndice A y B. En la primera columna se observa el número total de medidas de los diámetros obtenidas a diferentes alturas en los 10 árboles, los incrementos calculados por árbol se muestran en la columna 2, la columna 3 marca el número de árbol que corresponde al incremento medido a diferentes alturas. Los incrementos medidos por árbol se dividieron en dos partes, altura arriba (código 1) y altura abajo (código 2) como se observa en la columna 4 y se marca en el apéndice B y en la última columna se observa el año a que corresponde el incremento, el año de 1995-1996 se marca con el código 1 y el ajuste calculado para el año de 1996-1997 con el código 2.

TABLA 2. Datos de entrada para la ANOVA de los 10 árboles X 2 alturas X 2 años.

| MEDIDAS | INCREMENTO | NO. ARBOL | ALTURA | AÑO |
|---------|------------|-----------|--------|-----|
| 1 | 0.64 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 0.27 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 0.25 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 0.35 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | 0.08 | 1 | 2 | 1 |
| 6 | 0.27 | 1 | 2 | 1 |
| 7 | 0.29 | 1 | 2 | 1 |
| 8 | 0.25 | 1 | 2 | 1 |
| 9 | 0.05 | 1 | 1 | 2 |
| 10 | 0.14 | 1 | 1 | 2 |
| 11 | 0.09 | 1 | 1 | 2 |
| 12 | 0.15 | 1 | 2 | 2 |
| 13 | 0.11 | 1 | 2 | 2 |
| 14 | 0.09 | 1 | 2 | 2 |
| 15 | 0.01 | 1 | 2 | 2 |
| 16 | 0.28 | 2 | 1 | 1 |
| 17 | 0.27 | 2 | 1 | 1 |
| 18 | 0.18 | 2 | 2 | 1 |
| 19 | 0.73 | 2 | 2 | 1 |
| 20 | 0.12 | 2 | 1 | 2 |
| 21 | 0.11 | 2 | 1 | 2 |
| 22 | 0.07 | 2 | 2 | 2 |
| 23 | 1.19 | 2 | 2 | 2 |
| 24 | 0.37 | 3 | 1 | 1 |
| 25 | 0.56 | 3 | 1 | 1 |
| 26 | 0.34 | 3 | 1 | 1 |
| 27 | 0.22 | 3 | 2 | 1 |
| 28 | 0.40 | 3 | 2 | 1 |
| 29 | 0.23 | 3 | 1 | 2 |
| 30 | 0.25 | 3 | 1 | 2 |
| 31 | 0.42 | 3 | 2 | 2 |
| 32 | 0.24 | 3 | 2 | 2 |
| 33 | 0.41 | 4 | 1 | 1 |
| 34 | 0.05 | 4 | 1 | 1 |
| 35 | 0.55 | 4 | 2 | 1 |
| 36 | 0.21 | 4 | 1 | 2 |
| 37 | 0.29 | 4 | 1 | 2 |
| 38 | 0.16 | 4 | 1 | 2 |
| 39 | 0.06 | 4 | 2 | 2 |
| 40 | 0.17 | 5 | 1 | 1 |

| | | | | |
|----|------|----|---|---|
| 41 | 0.04 | 5 | 1 | 1 |
| 42 | 0.37 | 5 | 1 | 1 |
| 43 | 0.35 | 5 | 2 | 1 |
| 44 | 1.01 | 5 | 1 | 2 |
| 45 | 0.21 | 5 | 1 | 2 |
| 46 | 0.14 | 5 | 2 | 2 |
| 47 | 0.54 | 6 | 1 | 1 |
| 48 | 0.49 | 6 | 1 | 1 |
| 49 | 0.63 | 6 | 1 | 1 |
| 50 | 0.58 | 6 | 2 | 1 |
| 51 | 0.49 | 6 | 2 | 1 |
| 52 | 0.54 | 6 | 2 | 1 |
| 53 | 0.74 | 6 | 2 | 1 |
| 54 | 0.17 | 6 | 1 | 2 |
| 55 | 0.20 | 6 | 1 | 2 |
| 56 | 0.29 | 6 | 1 | 2 |
| 57 | 0.19 | 6 | 2 | 2 |
| 58 | 0.27 | 6 | 2 | 2 |
| 59 | 0.26 | 6 | 2 | 2 |
| 60 | 0.13 | 6 | 2 | 2 |
| 61 | 1.20 | 7 | 1 | 1 |
| 62 | 1.04 | 7 | 1 | 1 |
| 63 | 0.94 | 7 | 2 | 1 |
| 64 | 0.49 | 7 | 2 | 1 |
| 65 | 0.62 | 7 | 1 | 2 |
| 66 | 0.52 | 7 | 1 | 2 |
| 67 | 0.68 | 7 | 2 | 2 |
| 68 | 0.71 | 7 | 2 | 2 |
| 69 | 0.34 | 8 | 1 | 1 |
| 70 | 0.37 | 8 | 1 | 1 |
| 71 | 0.20 | 8 | 2 | 1 |
| 72 | 0.28 | 8 | 2 | 1 |
| 73 | 0.05 | 8 | 2 | 1 |
| 74 | 0.00 | 8 | 1 | 2 |
| 75 | 0.03 | 8 | 1 | 2 |
| 76 | 0.07 | 8 | 2 | 2 |
| 77 | 0.28 | 9 | 1 | 1 |
| 78 | 0.39 | 9 | 1 | 1 |
| 79 | 0.17 | 9 | 2 | 1 |
| 80 | 0.47 | 9 | 2 | 1 |
| 81 | 0.03 | 9 | 1 | 2 |
| 82 | 0.22 | 9 | 1 | 2 |
| 83 | 0.17 | 9 | 1 | 2 |
| 84 | 0.14 | 9 | 2 | 2 |
| 85 | 0.34 | 9 | 2 | 2 |
| 86 | 0.16 | 10 | 1 | 1 |
| 87 | 0.11 | 10 | 1 | 1 |
| 88 | 0.50 | 10 | 1 | 1 |
| 89 | 0.30 | 10 | 2 | 1 |
| 90 | 0.37 | 10 | 2 | 1 |
| 91 | 0.19 | 10 | 2 | 1 |
| 92 | 0.14 | 10 | 1 | 2 |
| 93 | 0.07 | 10 | 1 | 2 |
| 94 | 0.27 | 10 | 2 | 2 |
| 95 | 0.25 | 10 | 2 | 2 |
| 96 | 0.01 | 10 | 2 | 2 |

Los resultados obtenidos en el "Análisis de varianza" o "ANOVA" de 3 vías se muestran en la tabla 3. Las interacciones utilizadas para este análisis se obtuvieron de la tabla 2 de acuerdo al número de árboles, a los años de estudio y la altura marcada como se muestra en la primer columna de la tabla 3. Este análisis muestra que es notable y altamente

significativos estadísticamente los efectos de árboles y años con una probabilidad de 0.00000 y 0.00029 respectivamente como se marca en la columna 6 de la tabla 3, mientras las alturas y todas las demás interacciones no son significativas.

TABLA 3. Resultado proporcionado por Systat 6.0 para el "Análisis de varianza" o "ANOVA" de 10 árboles X 2 alturas X 2 años realizada para los incrementos de los diámetros del tronco medidos 10 árboles de *Guarea grandifolia*.

| FUENTE DE VARIACIÓN | SUMA DE CUADRADOS | G.L. | CUADRADOS MEDIOS | RESULTADO DE F | PROBABILIDAD |
|------------------------------|-------------------|------|------------------|----------------|--------------|
| Entre árboles | 2.353 | 9 | 0.231 | 7.778 | 0.00000 |
| Entre alturas | 0.001 | 1 | 0.001 | 0.044 | 0.83411 |
| Entre años | 0.501 | 1 | 0.501 | 1.491 | 0.00029 |
| Interacción árbol-altura | 0.365 | 9 | 0.040 | 1.205 | 0.31034 |
| Interacción árbol-año | 0.535 | 9 | 0.039 | 1.168 | 0.33290 |
| Interacción altura-año | 0.011 | 1 | 0.011 | 0.326 | 0.57002 |
| Interacción árbol-altura-año | 0.458 | 9 | 0.051 | 1.514 | 0.16568 |
| Error | 1.882 | 56 | 0.033 | | |

Los resultados de la tabla 4 muestran los promedios de todos los individuos calculados por Systat 6.0. En la categoría de los árboles (columna 1) se muestra notable el promedio obtenido para el árbol # 7 con un valor de 0.775, siendo este el mayor; para la categoría entre alturas se muestra con valores muy similares ya que para la altura 1 se obtuvo un promedio de 0.322, mientras que para la altura 2 se obtuvo un promedio de 0.331; y para la última categoría calculada en dos años se observan diferencias, para el año 1 se obtuvo un promedio de 0.405 y para el año 2 un promedio de 0.247. Esto demuestra que existen diferencias entre árboles y años, mientras que en las dos alturas son muy similares.

TABLA 4. Promedio y errores estándar de los incrementos en el análisis de varianza de *Guarea grandifolia* de 10 árboles X 2 alturas X 2 años.

| NO. ARBOL | PROMEDIO DEL INCREMENTO | ERROR ESTANDARD | TAMAÑO DE LA MUESTRA |
|------------------|--------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 1 | 0.196 | 0.048 | 15 |
| 2 | 0.369 | 0.065 | 8 |
| 3 | 0.326 | 0.062 | 9 |
| 4 | 0.265 | 0.077 | 7 |
| 5 | 0.323 | 0.077 | 7 |
| 6 | 0.393 | 0.049 | 14 |
| 7 | 0.775 | 0.065 | 8 |
| 8 | 0.154 | 0.070 | 8 |
| 9 | 0.259 | 0.062 | 9 |
| 10 | 0.206 | 0.056 | 11 |
| Altura 1 | 0.322 | 0.026 | 50 |
| Altura 2 | 0.331 | 0.030 | 46 |
| Año 1 | 0.405 | 0.028 | 50 |
| Año 2 | 0.247 | 0.029 | 46 |

En la figura 8 se muestra el incremento promedio del diámetro troncal \pm error estándar calculados en la tabla 4, observándose que el árbol # 7 fue el de mayor incremento, esto ajustado a 2 años seguidos de crecimiento (1995-1996 y 1996-1997). La figura 9 muestra el promedio del diámetro troncal \pm error estándar obtenidos en las 2 alturas (altura arriba código 1 y altura abajo código 2), observándose que la diferencia entre estas no es muy variable. Y en la figura 10 se observa que la diferencia entre los años (año 1996 código 1 y el ajuste realizado para el año 1997 con el código 2) calculados por Systat 6.0, existe mayor diferencia que entre las alturas (figura 9).

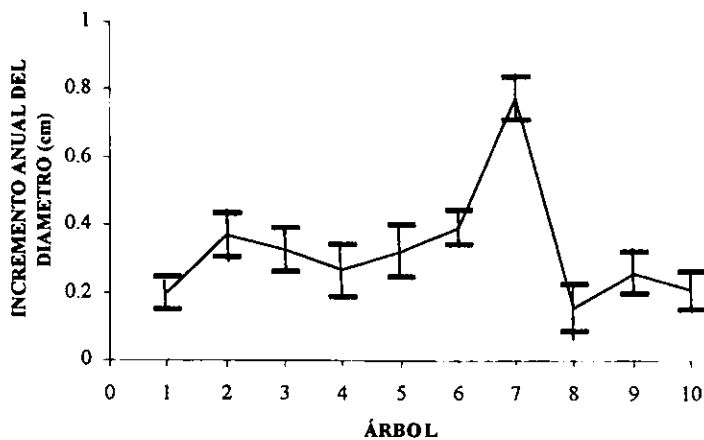


FIGURA 8. Incrementos promedios \pm errores estándares de los incrementos obtenidos en el "Análisis de varianza" o "ANOVA" para el diámetro calculado por árbol.

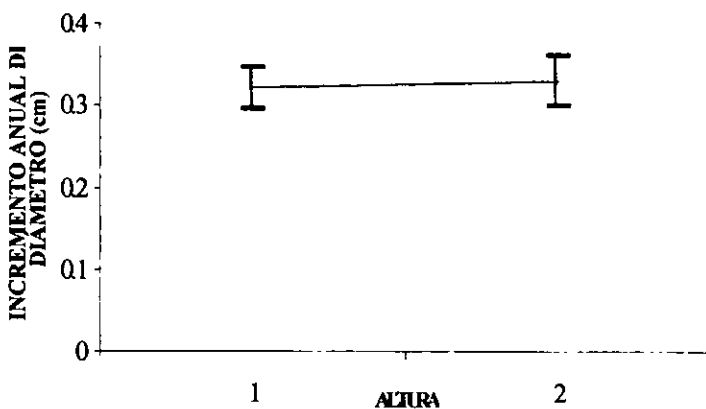


FIGURA 9. Incrementos promedios \pm errores estándares de los incrementos obtenidos en el "Análisis de varianza" o "ANOVA" para el diámetro calculado por árbol medidos a diferentes alturas (altura arriba = 1 y altura abajo = 2).

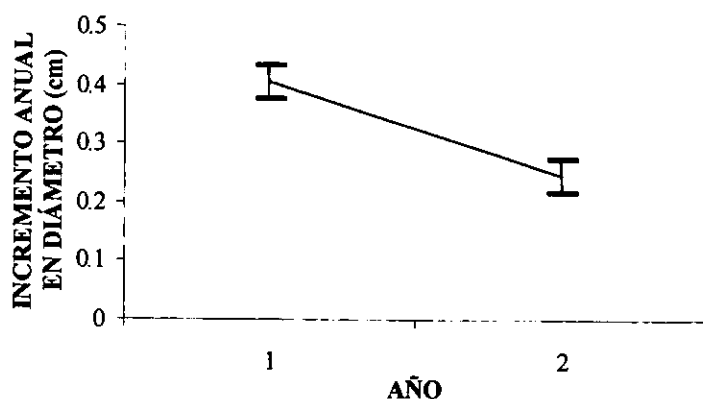


FIGURA 10. Incrementos promedios \pm errores estándares de los incrementos obtenidos en el "Análisis de varianza" o "ANOVA" para el diámetro calculado por árbol medidos en diferentes años (Año 1996 = 1 y Año 1997 = 2).

ANÁLISIS DE VASOS:

Las medidas del diámetro de vasos se obtuvieron de 5 árboles escogiendo de 10 árboles las preparaciones mejor preservadas en los vasos (no destruidos). Se hicieron dos tipos de análisis:

- 1) Se graficó el diámetro de vasos con respecto de la distancia al cámbium y se indicó el incremento anual medidos con cinta métrica como se muestra en las tablas 5, 6, 7, 8 y 9. Los datos originales que se muestran en el apéndice C se ordenaron por árbol, la primer columna muestra el número de radio en el cual se midió el diámetro del vaso; la segunda columna es el diámetro de vaso medido en micrómetros (μm); la tercer columna es la distancia con respecto al cámbium con el vaso medido en forma de decreciente (de menor a mayor distancia) esto en micrómetros (μm) y en milímetros (mm) como se observa en la cuarta columna.

2) Se utilizó un Análisis de varianza" o "ANOVA" anidado para observar si la variación del diámetro de vasos dentro de los árboles es más grande que la variación entre árboles vecinos. Esto apoyaría la idea de buscar patrones de crecimiento comunes entre árboles.

TABLA 5. Medidas del diámetro de vaso con respecto a la distancia al cámbium para el árbol #1.

| NO. RADIO | DIÁMETRO DEL VASO | | DISTANCIA AL CÁMBIUM | |
|-----------|-------------------|-------------------|----------------------|------|
| | (μm) | (μm) | (μm) | (mm) |
| 10 | 142.02 | 209.95 | 0.20995 | |
| 7 | 188.95 | 370.50 | 0.37050 | |
| 1 | 160.50 | 494.00 | 0.49400 | |
| 4 | 185.25 | 543.40 | 0.54340 | |
| 9 | 148.20 | 555.75 | 0.55575 | |
| 9 | 123.50 | 741.00 | 0.74100 | |
| 7 | 123.50 | 765.20 | 0.76520 | |
| 2 | 185.25 | 827.45 | 0.82745 | |
| | | | 0.98 | |
| | | | 0.980001 | |
| 6 | 148.20 | 1099.15 | 1.09915 | |
| 10 | 197.60 | 1333.80 | 1.33380 | |
| 3 | 111.15 | 1407.90 | 1.40790 | |
| 8 | 172.90 | 1494.35 | 1.49435 | |
| 10 | 111.15 | 1605.50 | 1.60550 | |
| 2 | 160.55 | 1914.25 | 1.91425 | |
| 5 | 191.42 | 2136.55 | 2.13655 | |
| 3 | 222.30 | 2420.60 | 2.42060 | |
| 5 | 160.55 | 2593.50 | 2.59350 | |
| 8 | 185.25 | 2605.85 | 2.60585 | |
| 10 | 148.20 | 2902.25 | 2.90225 | |
| 2 | 185.25 | 2939.30 | 2.93930 | |
| 5 | 185.25 | 3211.00 | 3.21100 | |
| 2 | 185.25 | 3458.00 | 3.45800 | |
| 3 | 185.25 | 3816.15 | 3.81615 | |
| 9 | 160.55 | 3865.55 | 3.86555 | |
| 6 | 86.45 | 4124.90 | 4.12490 | |
| 4 | 123.50 | 4149.60 | 4.14960 | |
| 8 | 129.67 | 4520.10 | 4.52010 | |
| 2 | 139.55 | 4569.50 | 4.56950 | |
| 5 | 135.85 | 4977.05 | 4.97705 | |
| 9 | 148.20 | 5100.55 | 5.10055 | |
| 5 | 135.85 | 5384.60 | 5.38460 | |
| 2 | 111.15 | 5396.95 | 5.39695 | |
| 9 | 142.02 | 5829.20 | 5.82920 | |
| 2 | 172.90 | 5977.40 | 5.97740 | |
| 4 | 160.55 | 6002.10 | 6.00210 | |
| 3 | 185.25 | 6508.45 | 6.50845 | |
| 6 | 185.25 | 6990.10 | 6.99010 | |
| 2 | 135.85 | 7113.60 | 7.11360 | |
| 9 | 185.25 | 7224.75 | 7.22475 | |

| | | | |
|---|--------|----------|----------|
| 4 | 209.95 | 7545.85 | 7.54585 |
| 2 | 135.85 | 7694.05 | 7.69405 |
| 6 | 172.90 | 7854.60 | 7.85460 |
| 9 | 148.20 | 8076.90 | 8.07690 |
| 2 | 191.42 | 8286.85 | 8.28685 |
| 3 | 222.30 | 8620.30 | 8.62030 |
| 7 | 160.55 | 8916.20 | 8.91620 |
| 9 | 228.47 | 9064.90 | 9.06490 |
| 3 | 123.50 | 9064.90 | 9.06490 |
| 2 | 123.50 | 9274.85 | 9.27485 |
| 6 | 185.25 | 9583.60 | 9.58360 |
| 3 | 135.85 | 9731.80 | 9.73180 |
| 8 | 148.20 | 9892.35 | 9.89235 |
| 3 | 247.00 | 10324.60 | 10.32460 |
| 3 | 148.20 | 10571.60 | 10.57160 |
| 2 | 142.02 | 10756.85 | 10.75685 |
| 9 | 180.31 | 11374.35 | 11.37435 |
| 2 | 172.90 | 11534.90 | 11.53490 |
| 3 | 185.25 | 11645.05 | 11.64505 |
| 2 | 172.90 | 11905.40 | 11.90540 |
| 6 | 148.20 | 12016.55 | 12.01655 |
| 8 | 148.20 | 12794.60 | 12.79460 |

TABLA 6. Medidas del diámetro de vaso con respecto a la distancia al cámbium para el árbol # 2.

| NO. RADIO | DIÁMETRO DEL VASO (μm) | DISTANCIA AL CÁMBIUM | |
|--------------|--|----------------------|-----------|
| | | (μm) | (mm) |
| 1 | 74.10 | 37.05 | 0.03705 |
| 8 | 111.15 | 197.60 | 0.19760 |
| 3 | 160.55 | 271.70 | 0.27170 |
| 9 | 160.55 | 370.50 | 0.37050 |
| 6 | 123.50 | 469.30 | 0.46930 |
| 5 | 123.50 | 555.75 | 0.55575 |
| 1 | 160.55 | 592.80 | 0.59280 |
| 7 | 172.90 | 716.30 | 0.71630 |
| 10 | 135.85 | 839.80 | 0.83980 |
| 4 | 209.95 | 1123.85 | 1.12385 |
| 1 | 160.55 | 1136.20 | 1.13620 |
| 3 | 123.50 | 1457.30 | 1.45730 |
| 1 | 135.85 | 1519.05 | 1.51905 |
| 10 | 148.20 | 1593.15 | 1.59315 |
| 8 | 129.67 | 1642.55 | 1.64255 |
| 5 | 172.90 | 1667.25 | 1.66725 |
| 6 | 142.02 | 1753.70 | 1.75370 |
| | | | 1.845 |
| | | | 1.8450001 |
| 3 | 148.20 | 1901.90 | 1.90190 |
| 8 | 135.85 | 2161.25 | 2.16125 |
| 7 | 172.90 | 2297.10 | 2.29710 |

| | | | |
|----|--------|----------|----------|
| 2 | 123.50 | 2346.50 | 2.34650 |
| 9 | 197.60 | 2519.40 | 2.51940 |
| 10 | 142.02 | 2531.75 | 2.53175 |
| 1 | 216.12 | 2667.60 | 2.66760 |
| 2 | 160.55 | 2741.70 | 2.74170 |
| 7 | 185.25 | 2902.25 | 2.90225 |
| 9 | 160.55 | 2988.70 | 2.98870 |
| 6 | 148.20 | 3186.30 | 3.18630 |
| 3 | 148.20 | 3248.05 | 3.24805 |
| 7 | 135.85 | 3519.75 | 3.51975 |
| 5 | 135.85 | 3532.10 | 3.53210 |
| 8 | 160.55 | 3569.15 | 3.56915 |
| 2 | 172.90 | 3618.55 | 3.61855 |
| 10 | 160.55 | 4001.40 | 4.00140 |
| 2 | 154.37 | 4297.80 | 4.29780 |
| 7 | 209.95 | 4569.50 | 4.56950 |
| 3 | 135.85 | 4631.25 | 4.63125 |
| 1 | 123.50 | 4878.25 | 4.87825 |
| 10 | 160.55 | 4915.30 | 4.91530 |
| 5 | 148.20 | 4952.35 | 4.95235 |
| 8 | 209.95 | 5187.00 | 5.18700 |
| 3 | 180.31 | 5434.00 | 5.43400 |
| 9 | 129.67 | 5458.70 | 5.45870 |
| 5 | 111.15 | 5755.10 | 5.75510 |
| 10 | 166.72 | 5779.80 | 5.77980 |
| 1 | 172.90 | 5915.65 | 5.91565 |
| 9 | 123.50 | 6125.60 | 6.12560 |
| 2 | 123.50 | 6137.95 | 6.13795 |
| 7 | 81.51 | 6372.60 | 6.37260 |
| 4 | 135.85 | 6631.95 | 6.63195 |
| 10 | 148.20 | 6681.35 | 6.68135 |
| 8 | 135.85 | 6718.40 | 6.71840 |
| 3 | 123.50 | 6977.75 | 6.97775 |
| 1 | 155.61 | 7298.85 | 7.29885 |
| 10 | 148.20 | 7990.45 | 7.99045 |
| 7 | 123.50 | 8163.35 | 8.16335 |
| 8 | 111.15 | 8200.40 | 8.20040 |
| 5 | 160.55 | 8225.10 | 8.22510 |
| 8 | 111.15 | 8941.40 | 8.94140 |
| 3 | 142.02 | 9163.70 | 9.16370 |
| 10 | 166.72 | 9262.50 | 9.26250 |
| 9 | 135.85 | 9546.55 | 9.54655 |
| 2 | 135.85 | 9719.45 | 9.71945 |
| 5 | 148.20 | 9954.10 | 9.95410 |
| 9 | 172.90 | 10225.80 | 10.22580 |
| 2 | 117.32 | 10299.90 | 10.29990 |
| 3 | 86.45 | 10571.60 | 10.57160 |
| 1 | 135.85 | 10583.95 | 10.58395 |
| 2 | 135.85 | 10929.75 | 10.92975 |
| 1 | 135.85 | 11077.95 | 11.07795 |
| 8 | 123.50 | 11213.80 | 11.21380 |
| 9 | 117.32 | 12041.25 | 12.04125 |
| 9 | 123.50 | 12597.00 | 12.59700 |
| 3 | 160.55 | 12646.40 | 12.64640 |

| | | | |
|---|--------|----------|----------|
| 9 | 197.60 | 13325.65 | 13.32565 |
| 5 | 123.50 | 13609.70 | 13.60970 |
| 4 | 135.85 | 13745.55 | 13.74555 |
| 9 | 172.90 | 14560.65 | 14.56065 |
| 8 | 172.90 | 15079.35 | 15.07935 |
| 8 | 209.95 | 15845.05 | 15.84505 |

TABLA 7. Medidas del diámetro de vaso con respecto a la distancia al cámbium para el árbol #3

| NO. RADIO | DIÁMETRO DEL VASO (µm) | DISTANCIA AL CÁMBIUM | |
|-----------|------------------------|----------------------|----------|
| | | (µm) | (mm) |
| 9 | 135.85 | 185.25 | 0.18525 |
| 7 | 86.45 | 271.70 | 0.27170 |
| 1 | 123.50 | 308.75 | 0.30875 |
| 10 | 148.20 | 358.15 | 0.35815 |
| 10 | 111.15 | 506.35 | 0.50635 |
| 4 | 104.97 | 617.50 | 0.61750 |
| 6 | 148.20 | 753.35 | 0.75335 |
| 5 | 98.80 | 1062.10 | 1.06210 |
| 2 | 117.32 | 1272.05 | 1.27205 |
| 7 | 148.20 | 1383.20 | 1.38320 |
| | | | 1.63 |
| | | | 1.630001 |
| 3 | 135.85 | 1716.65 | 1.71665 |
| 8 | 123.50 | 1729.00 | 1.72900 |
| 8 | 123.50 | 1815.45 | 1.81545 |
| 1 | 92.62 | 2124.20 | 2.12420 |
| 8 | 148.20 | 2346.50 | 2.34650 |
| 10 | 148.20 | 2494.70 | 2.49470 |
| 1 | 160.55 | 2494.70 | 2.49470 |
| 4 | 160.55 | 2581.15 | 2.58115 |
| 1 | 111.15 | 2902.25 | 2.90225 |
| 6 | 98.80 | 2976.35 | 2.97635 |
| 9 | 61.75 | 3495.05 | 3.49505 |
| 2 | 111.15 | 3643.25 | 3.64325 |
| 7 | 135.85 | 3742.05 | 3.74205 |
| 5 | 135.85 | 3779.10 | 3.77910 |
| 1 | 111.15 | 3877.90 | 3.87790 |
| 3 | 135.85 | 3964.30 | 3.96430 |
| 3 | 92.62 | 4001.35 | 4.00135 |
| 2 | 148.20 | 4038.45 | 4.03845 |
| 4 | 135.85 | 4063.15 | 4.06315 |
| 9 | 111.15 | 4075.50 | 4.07550 |
| 4 | 92.62 | 4100.20 | 4.10020 |
| 9 | 104.97 | 4199.00 | 4.19900 |
| 1 | 148.20 | 4273.10 | 4.27310 |
| 7 | 98.80 | 4532.45 | 4.53245 |
| 7 | 111.15 | 4742.40 | 4.74240 |
| 7 | 98.80 | 4841.20 | 4.84120 |
| 4 | 160.55 | 4964.70 | 4.96470 |
| 2 | 123.50 | 5224.05 | 5.22405 |

| | | | |
|---|--------|----------|----------|
| 9 | 65.45 | 5434.00 | 5.43400 |
| 8 | 160.55 | 5434.00 | 5.43400 |
| 6 | 148.20 | 6175.00 | 6.17500 |
| 8 | 111.15 | 6360.25 | 6.36025 |
| 1 | 123.50 | 6372.60 | 6.37260 |
| 4 | 123.50 | 6483.75 | 6.48375 |
| 6 | 123.50 | 6706.05 | 6.70605 |
| 5 | 123.50 | 6780.15 | 6.78015 |
| 2 | 148.20 | 7360.60 | 7.36060 |
| 9 | 123.50 | 7879.30 | 7.87930 |
| 4 | 123.50 | 8138.65 | 8.13865 |
| 1 | 148.20 | 8151.00 | 8.15100 |
| 6 | 77.80 | 8830.25 | 8.83025 |
| 8 | 111.15 | 8830.25 | 8.83025 |
| 9 | 148.20 | 8867.30 | 8.86730 |
| 7 | 111.15 | 8879.69 | 8.87969 |
| 2 | 148.20 | 9472.45 | 9.47245 |
| 8 | 135.85 | 9818.25 | 9.81825 |
| 1 | 115.26 | 10225.80 | 10.22580 |
| 6 | 129.67 | 10250.50 | 10.25050 |
| 2 | 86.45 | 10929.75 | 10.92975 |
| 1 | 129.67 | 11781.90 | 11.78190 |
| 6 | 123.50 | 12140.05 | 12.14005 |

TABLA 8. Medidas del diámetro de vaso con respecto a la distancia al cámbium para el árbol #7.

| NO. RADIO | DIÁMETRO DEL VASO (um) | DISTANCIA AL CÁMBIUM | |
|-----------|------------------------|----------------------|-----------|
| | | (um) | (mm) |
| 8 | 135.85 | 123.50 | 0.12350 |
| 4 | 160.55 | 308.75 | 0.30875 |
| 8 | 49.40 | 308.75 | 0.30875 |
| 1 | 197.60 | 494.00 | 0.49400 |
| 9 | 142.02 | 555.75 | 0.55575 |
| 1 | 145.11 | 876.85 | 0.87685 |
| 10 | 148.20 | 1284.40 | 1.28440 |
| 7 | 222.30 | 1309.10 | 1.30910 |
| 1 | 86.45 | 2235.35 | 2.23535 |
| 3 | 142.02 | 2309.45 | 2.30945 |
| 8 | 123.50 | 2507.05 | 2.50705 |
| 6 | 148.20 | 2877.55 | 2.87755 |
| 1 | 135.85 | 2988.70 | 2.98870 |
| 8 | 154.37 | 3173.95 | 3.17395 |
| 2 | 148.20 | 3285.10 | 3.28510 |
| 6 | 160.55 | 3519.75 | 3.51975 |
| 1 | 154.37 | 3853.20 | 3.85320 |
| | | | 3.875 |
| | | | 3.8750001 |
| 5 | 148.20 | 4063.15 | 4.06315 |
| 4 | 111.15 | 4544.80 | 4.54480 |
| 1 | 123.50 | 4557.15 | 4.55715 |
| 7 | 148.20 | 4804.15 | 4.80415 |
| 3 | 148.20 | 5409.30 | 5.40930 |

| | | | |
|----|--------|----------|----------|
| 4 | 98.80 | 5409.30 | 5.40930 |
| 10 | 148.20 | 5619.25 | 5.61925 |
| 2 | 148.20 | 6397.30 | 6.39730 |
| 3 | 98.80 | 6409.65 | 6.40965 |
| 10 | 135.85 | 6459.05 | 6.45905 |
| 6 | 111.15 | 6631.95 | 6.63195 |
| 10 | 172.90 | 7101.25 | 7.10125 |
| 6 | 98.80 | 7163.00 | 7.16300 |
| 3 | 91.39 | 7397.65 | 7.39765 |
| 2 | 123.50 | 7521.15 | 7.52115 |
| 10 | 148.20 | 7780.50 | 7.78050 |
| 3 | 135.85 | 7792.85 | 7.79285 |
| 5 | 160.55 | 8015.15 | 8.01515 |
| 3 | 160.55 | 8435.05 | 8.43505 |
| 9 | 166.72 | 8459.75 | 8.45975 |
| 9 | 172.90 | 9101.95 | 9.10195 |
| 2 | 148.20 | 9423.05 | 9.42305 |
| 9 | 148.20 | 9781.20 | 9.78120 |
| 3 | 111.15 | 10559.25 | 10.55925 |

TABLA 9. Medidas del diámetro de vaso con respecto a la distancia al cámbium para el árbol #8.

| NO. RADIO | DIÁMETRO DEL VASO (um) | DISTANCIA AL CÁMBIUM | |
|-----------|------------------------|----------------------|----------|
| | | (um) | (mm) |
| 3 | 111.15 | 247.00 | 0.24700 |
| 1 | 98.80 | 271.70 | 0.27170 |
| 5 | 86.45 | 345.80 | 0.34580 |
| 9 | 185.25 | 543.40 | 0.54340 |
| 3 | 197.60 | 555.75 | 0.55575 |
| 9 | 135.85 | 654.55 | 0.65455 |
| | | | 0.77 |
| | | | 0.770001 |
| 6 | 148.20 | 790.40 | 0.79040 |
| 5 | 135.85 | 1358.50 | 1.35850 |
| 3 | 197.60 | 1444.95 | 1.44495 |
| 1 | 160.55 | 1827.80 | 1.82780 |
| 7 | 104.97 | 2185.95 | 2.18595 |
| 2 | 172.90 | 2198.30 | 2.19830 |
| 3 | 135.85 | 2494.70 | 2.49470 |
| 5 | 148.20 | 2630.55 | 2.63055 |
| 1 | 160.55 | 2667.60 | 2.66760 |
| 8 | 185.25 | 3285.10 | 3.28510 |
| 6 | 135.85 | 3914.95 | 3.91495 |
| 3 | 185.25 | 4371.90 | 4.37190 |
| 8 | 135.85 | 4421.30 | 4.42130 |
| 4 | 172.90 | 4631.25 | 4.63125 |
| 9 | 172.90 | 4791.80 | 4.79180 |
| 2 | 148.20 | 5174.65 | 5.17465 |

| | | | |
|----|--------|----------|----------|
| 10 | 154.37 | 5359.90 | 5.35990 |
| 8 | 172.90 | 5434.00 | 5.43400 |
| 2 | 123.50 | 5446.35 | 5.44635 |
| 9 | 154.37 | 5594.55 | 5.59455 |
| 10 | 160.55 | 6347.90 | 6.34790 |
| 2 | 172.90 | 6533.15 | 6.53315 |
| 9 | 160.55 | 6582.55 | 6.58255 |
| 6 | 160.55 | 6743.10 | 6.74310 |
| 7 | 172.90 | 6841.90 | 6.84190 |
| 10 | 209.95 | 6965.40 | 6.96540 |
| 3 | 172.90 | 7175.35 | 7.17535 |
| 5 | 185.25 | 7200.05 | 7.20005 |
| 9 | 209.95 | 7200.05 | 7.20005 |
| 10 | 148.20 | 7471.75 | 7.47175 |
| 9 | 148.20 | 7706.40 | 7.70640 |
| 2 | 172.90 | 7718.75 | 7.71875 |
| 10 | 179.07 | 8299.20 | 8.29920 |
| 3 | 172.90 | 8360.95 | 8.36095 |
| 9 | 179.07 | 8533.85 | 8.53385 |
| 4 | 172.90 | 8645.00 | 8.64500 |
| 6 | 172.90 | 8953.75 | 8.95375 |
| 8 | 123.50 | 9077.25 | 9.07725 |
| 7 | 123.50 | 9126.65 | 9.12665 |
| 4 | 172.90 | 9324.25 | 9.32425 |
| 3 | 160.55 | 9497.15 | 9.49715 |
| 6 | 160.55 | 9497.15 | 9.49715 |
| 3 | 172.90 | 10176.40 | 10.17640 |
| 5 | 172.90 | 10460.45 | 10.46045 |
| 8 | 160.55 | 10497.50 | 10.49750 |
| 7 | 160.55 | 10596.30 | 10.59630 |
| 3 | 111.15 | 10868.00 | 10.86800 |
| 3 | 135.85 | 11115.00 | 11.11500 |

Al medir el diámetro de vasos de estos 5 árboles, se observa en la figura 11 y tablas 5 a 9 que no se pueden distinguir anillos anuales de crecimiento por que el diámetro de los vasos no es muy variable y parece constante en los árboles medidos.

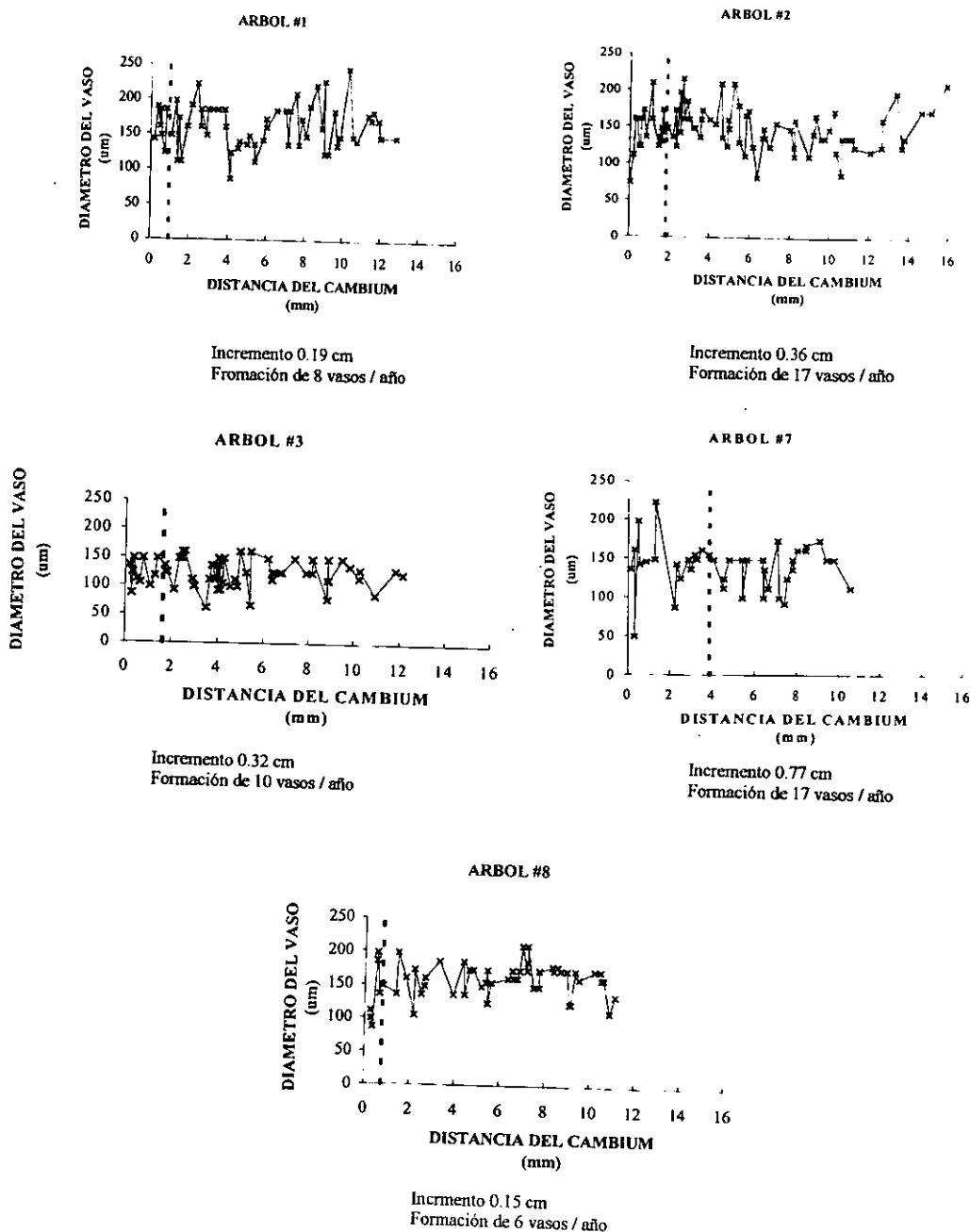


FIGURA 11. Variación en los diámetros de vasos medidos a partir del cámbium en 5 árboles de *Guarea grandifolia*. La línea punteada marca el incremento de la tabla 4. El número de vasos formado por año es hipotético, correspondiendo a estos incrementos.

El resultado del "Análisis de varianza" o "ANOVA" anidado (tabla 10), distingue que existe diferencia significativa en el diámetro de los vasos entre los árboles, ya que se obtuvo un resultado de F de 17.97 siendo mayor que la probabilidad de 0.001. El componente de varianza entre árboles (tabla 11) fue del 22%, mientras el componente de varianza dentro de los árboles fue de un 78%.

TABLA 10. Análisis de varianza anidado para el diámetro de vasos de los 5 árboles de *Guarea grandifolia*.

| NIVEL | SUMA DE CUADRADOS | GRADOS DE LIBERTAD | CUADRADOS MEDIOS | RESULTADO F |
|-------------------|-------------------|--------------------|------------------|-------------|
| Entre árboles | 58233.93 | 4 | 14558.48 | 17.97 |
| Dentro de árboles | 236502.05 | 292 | 809.93 | |

TABLA 11. Componentes de variación para el "Análisis de varianza" o "ANOVA" anidado del diámetro de vasos.

| NIVEL | COMPONENTES DE VARIACION | PORCENTAJE (%) |
|-------------------|--------------------------|----------------|
| Entre árboles | 232.10 | 22 |
| Dentro de árboles | 809.94 | 78 |

El resultado obtenido al aplicar las medidas estadísticas (tabla 12) para obtener un intervalo de confianza del 95% se muestra en la figura 12. Se ve claramente que los promedios de los árboles #1, 2 y 3 son significativamente diferentes. Los intervalos de confianza de los árboles #7 y 8 sobrelapan con los intervalos de los primeros tres. Es notable que el árbol #7 presenta mayor incremento con las medidas del diámetro troncal (figura 8), observándose que no tiene diámetros de vasos excepcionales y más bien produce muchos vasos por año (17 en la figura 11).

TABLA 12. Estadística aplicada para los 5 árboles medidos en el diámetro de vasos

| ÁRBOL # 1 | ESTADÍSTICA | ERROR ESTANDARD | LIMITES DE CONFIANZA (95%) | |
|-------------------|-------------|-----------------|----------------------------|-------|
| MEDIA | 161.9 | 4.09 | 153.7 | 170.1 |
| MEDIANA | 160.5 | 5.12 | 150.3 | 170.8 |
| VARIANZA | 1018.7 | | | |
| DESV. EST | 31.9 | | | |
| COEF. VAR. | 19.7 | 1.85 | 16.0 | 23.4 |

| | | | | |
|-------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------------------|--------|
| G1 | 0.24 | 0.306 | -0.36 | 0.84 |
| G2 | 0.02 | 0.038 | -1.16 | 1.20 |
| DMAX | 0.125 | | | |
| ÁRBOL # 2 | ESTADISTICA | ERROR ESTÁNDAR | LIMITES DE CONFIANZA (95%) | |
| MEDIA | 145.6 | 3.20 | 139.2 | 152.02 |
| MEDIANA | 142.0 | 4.03 | 133.9 | 150.0 |
| VARIANZA | 827.8 | | | |
| DESV. EST | 28.7 | | | |
| COEF. VAR. | 19.7 | 1.62 | 16.35 | 22.98 |
| G1 | 0.10 | 0.269 | -0.42 | 0.63 |
| G2 | 0.39 | 0.532 | -0.6 | 1.43 |
| DMAX | 0.108 | | | |
| ÁRBOL # 3 | ESTADISTICA | ERROR ESTÁNDAR | LIMITES DE CONFIANZA (95%) | |
| MEDIA | 122.6 | 3.02 | 116.6 | 128.7 |
| MEDIANA | 123.5 | 3.78 | 1150.9 | 131.0 |
| VARIANZA | 556.6 | | | |
| DESV. EST | 23.5 | | | |
| COEF. VAR. | 19.2 | 1.80 | 15.6 | 22.8 |
| G1 | -0.42 | 0.306 | -1.0 | 0.17 |
| G2 | -0.20 | 0.604 | -1.38 | 0.97 |
| DMAX | 0.123 | | | |
| ÁRBOL # 7 | ESTADISTICA | ERROR ESTÁNDAR | LIMITES DE CONFIANZA (95%) | |
| MEDIA | 139.3 | 4.7 | 129.6 | 149.0 |
| MEDIANA | 148.2 | 6.01 | 136.0 | 160.3 |
| VARIANZA | 943.5 | | | |
| DESV. EST | 30.7 | | | |
| COEF. VAR. | 22.0 | 2.55 | 16.8 | 27.1 |
| G1 | -0.31 | 0.369 | -0.0 | 0.40 |
| G2 | 1.71 | 0.724 | 0.29 | 3.13 |
| DMAX | 0.162 | | | |
| ÁRBOL # 8 | ESTADISTICA | ERROR ESTÁNDAR | LIMITES DE CONFIANZA (95%) | |
| MEDIA | 157.9 | 3.6 | 150.5 | 165.2 |
| MEDIANA | 160.5 | 4.59 | 151.3 | 169.7 |
| VARIANZA | 724.7 | | | |
| DESV. EST | 26.9 | | | |
| COEF. VAR. | 17.0 | 1.68 | 13.6 | 20.4 |
| G1 | -0.56 | 0.324 | -1.2 | 0.07 |
| G2 | 0.21 | 0.639 | -1.03 | 1.47 |
| DMAX | 0.155 | | | |

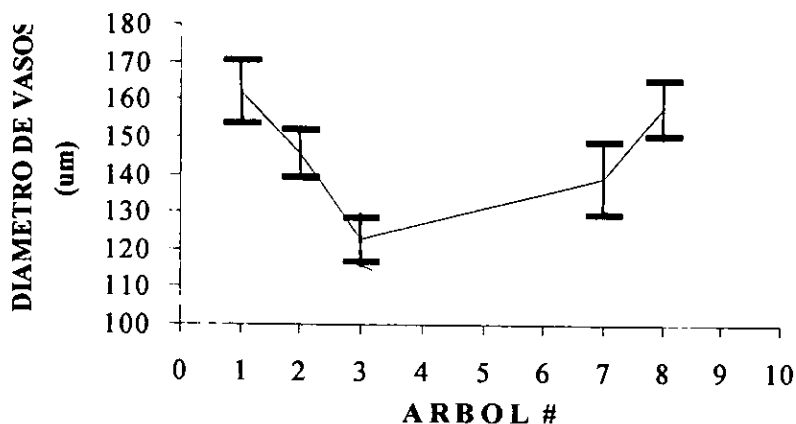


FIGURA 12. Límites de confianza de 95% de la media de los diámetros de vaso de los 5 árboles obtenidos en los estadísticos realizados.

DENSIDAD DE LA MADERA:

El análisis de la densidad por el método de gravedad específica se llevó a cabo para ver si es posible inferir el incremento anual por medio de la densidad de la madera. La Tabla 13 muestra los datos de entrada para Systat 6.0, tomados de los datos originales del apéndice D. La primera columna muestra el número total de las densidades, el cálculo de la densidad se muestra en la columna 2 y el número de árbol a la que corresponde la densidad se muestra en la columna 3. La última columna muestra el lado donde se obtuvo la muestra, el lado norte se marca con el código 1 y con el código 2 el lado sur.

TABLA 13. Datos de entrada para El "Análisis de varianza" o "ANOVA" de los 10 árboles X 2 lados (norte y sur)

| NO. MEDIDAS | DENSIDAD (gr / cm ³) | NO. ÁRBOL | LADO NORTE-SUR |
|-------------|----------------------------------|-----------|----------------|
| 1 | 0.66 | 1 | 1 |
| 2 | 0.72 | 1 | 1 |
| 3 | 0.88 | 1 | 1 |
| 4 | 0.72 | 1 | 1 |
| 5 | 0.88 | 1 | 1 |

| | | | |
|----|------|---|---|
| 6 | 0.60 | 1 | 1 |
| 7 | 0.66 | 1 | 2 |
| 8 | 0.69 | 1 | 2 |
| 9 | 0.59 | 1 | 2 |
| 10 | 0.90 | 1 | 2 |
| 11 | 0.94 | 1 | 2 |
| 12 | 0.70 | 2 | 1 |
| 13 | 0.60 | 2 | 1 |
| 14 | 0.39 | 2 | 1 |
| 15 | 0.65 | 2 | 1 |
| 16 | 0.56 | 2 | 2 |
| 17 | 0.37 | 2 | 2 |
| 18 | 0.31 | 3 | 1 |
| 19 | 0.47 | 3 | 2 |
| 20 | 0.58 | 3 | 2 |
| 21 | 0.65 | 4 | 1 |
| 22 | 0.70 | 4 | 1 |
| 23 | 0.42 | 4 | 2 |
| 24 | 0.52 | 4 | 2 |
| 25 | 0.80 | 4 | 2 |
| 26 | 0.60 | 4 | 2 |
| 27 | 0.21 | 4 | 2 |
| 28 | 0.26 | 4 | 2 |
| 29 | 0.45 | 5 | 1 |
| 30 | 0.47 | 5 | 1 |
| 31 | 0.38 | 5 | 1 |
| 32 | 0.48 | 5 | 1 |
| 33 | 0.48 | 5 | 1 |
| 34 | 0.72 | 5 | 2 |
| 35 | 0.50 | 5 | 2 |
| 36 | 0.55 | 5 | 2 |
| 37 | 0.47 | 5 | 2 |
| 38 | 0.75 | 6 | 1 |
| 39 | 0.60 | 6 | 1 |
| 40 | 0.57 | 6 | 2 |
| 41 | 0.85 | 6 | 2 |
| 42 | 0.43 | 6 | 2 |
| 43 | 0.69 | 6 | 2 |
| 44 | 0.62 | 6 | 2 |
| 45 | 0.57 | 6 | 2 |
| 46 | 0.60 | 7 | 1 |
| 47 | 0.57 | 7 | 1 |
| 48 | 0.77 | 7 | 1 |
| 49 | 0.09 | 7 | 2 |
| 50 | 0.93 | 7 | 2 |
| 51 | 0.54 | 8 | 1 |
| 52 | 0.50 | 8 | 1 |
| 53 | 0.88 | 8 | 1 |
| 54 | 0.57 | 8 | 2 |
| 55 | 0.88 | 8 | 2 |
| 56 | 0.82 | 8 | 2 |
| 57 | 0.63 | 8 | 2 |
| 58 | 0.56 | 8 | 2 |
| 59 | 0.76 | 9 | 1 |

| | | | |
|----|------|----|---|
| 60 | 0.90 | 9 | 1 |
| 61 | 0.68 | 9 | 1 |
| 62 | 0.65 | 9 | 1 |
| 63 | 0.60 | 9 | 2 |
| 64 | 0.16 | 9 | 2 |
| 65 | 0.65 | 9 | 2 |
| 66 | 0.62 | 9 | 2 |
| 67 | 0.54 | 10 | 1 |
| 68 | 0.65 | 10 | 1 |
| 69 | 0.61 | 10 | 1 |
| 70 | 0.83 | 10 | 2 |
| 71 | 0.69 | 10 | 2 |

Con los resultados obtenidos se realizó un "Análisis de varianza" o "ANOVA" de dos vías. Una vía se refiere a los 10 árboles y la otra a los dos lados donde se obtuvo la muestra (norte y sur). La tabla 14 muestra las diferentes interacciones para realizar este análisis, encontrándose que existen diferencias significativas de la densidad entre los árboles (0.049), pero no entre los lados norte y sur (0.639). Además no hubo interacción entre las dos fuentes de variación (0.302).

TABLA 14. "Análisis de varianza" o "ANOVA" de 10 árboles X 2 lados (norte/sur) calculado por Systat 6.0.

| FUENTE DE VARIACION | SUMA DE CUADRADOS | GRADOS DE LIBERTAD | CUADRADOS MEDIOS | RESULTADO F | PROBABILIDAD |
|-----------------------|-------------------|--------------------|------------------|-------------|--------------|
| ENTRE ARBOLES | 0.516 | 9 | 0.057 | 2.079 | 0.049 |
| ENTRE LADO NORTE-SUR | 0.006 | 1 | 0.006 | 0.223 | 0.639 |
| ENTRE ARBOL NORTE-SUR | 0.303 | 9 | 0.034 | 1.223 | 0.302 |
| ERROR | 1.407 | 51 | 0.027 | | |

Los promedios de la densidad obtenida por árbol y por lado norte-sur de la tabla 15 muestran diferencias entre los árboles, encontrándose un mayor promedio de densidad para el árbol #1 con un valor de 0.75 (figura 13), mientras que para la categoría entre los lados norte sur está diferencia se muestra mínima con valor de 0.60 y 0.59 respectivamente. En esta misma tabla se observa el número de repeticiones que se realizó, estas se obtuvieron por árbol de acuerdo al número de muestras obtenidas durante el año y por lugar.

TABLA 15. Promedio de la densidad obtenida por árbol y por lugar donde se obtuvo la muestra (norte-sur)

| NO. ARBOL | PROMEDIO | ERROR ESTANDAR | TAMAÑO DE LA MUESTRA |
|-----------|----------|----------------|----------------------|
| 1 | 0.75 | 0.050 | 11 |
| 2 | 0.52 | 0.072 | 6 |
| 3 | 0.41 | 0.102 | 3 |
| 4 | 0.57 | 0.068 | 8 |
| 5 | 0.50 | 0.056 | 9 |
| 6 | 0.64 | 0.068 | 8 |
| 7 | 0.57 | 0.076 | 5 |
| 8 | 0.66 | 0.061 | 8 |
| 9 | 0.62 | 0.059 | 8 |
| 10 | 0.68 | 0.076 | 5 |
| NS 1 | 0.61 | 0.033 | 33 |
| NS 2 | 0.59 | 0.030 | 38 |

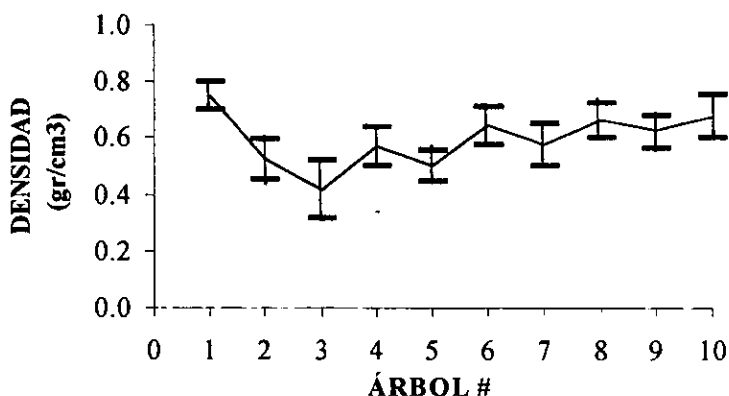


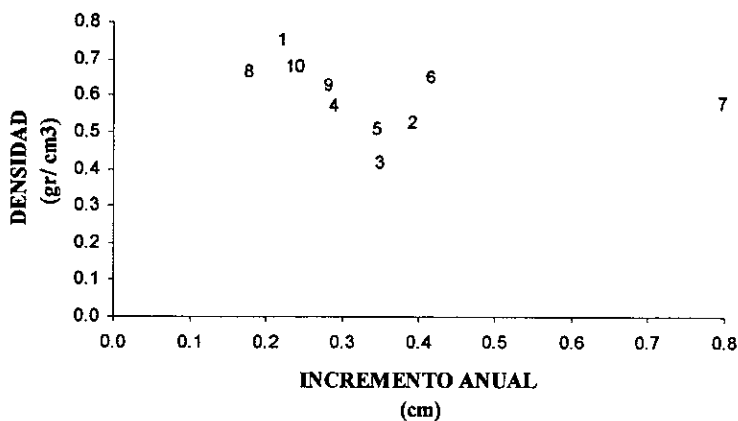
FIGURA 13. Densidad promedio \pm error estandar obtenidos en el "Análisis de varianza "o" ANOVA" calculada por árbol.

También se calculó una correlación (coeficiente de Pearson) entre los promedios del incremento del diámetro troncal observados en la tabla 4 y los de la densidad que se muestran en la tabla 15, que se encuentran agrupados en la tabla 16. Esta correlación demuestra que fue altamente significativa para 8 árboles. Se nota que el árbol #7 es un "outlier" y también #6 es excepcional, los demás árboles siguen aproximadamente una relación lineal (figura 14).

TABLA 16. Promedio del incremento anual del diámetro obtenido en el análisis de varianza del incremento diámetro y el promedio de las medidas de densidad que se obtuvieron para cada árbol.

| NO. ARBOL | INCREMENTO (cm) | DENSIDAD (g/cm ³) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.196 | 0.750 |
| 2 | 0.369 | 0.525 |
| 3 | 0.326 | 0.418 |
| 4 | 0.265 | 0.572 |
| 5 | 0.323 | 0.506 |
| 6 | 0.393 | 0.648 |
| 7 | 0.775 | 0.578 |
| 8 | 0.154 | 0.666 |
| 9 | 0.259 | 0.628 |
| 10 | 0.206 | 0.680 |

FIGURA 14. Promedio del incremento anual en diámetro del tronco relacionado con la densidad obtenida por árbol.



Los datos del promedio de la densidad obtenida por árbol en la tabla 16 muestran en la figura 15 la distribución de la gravedad específica de la madera encontrada por árbol con la humedad del lugar.

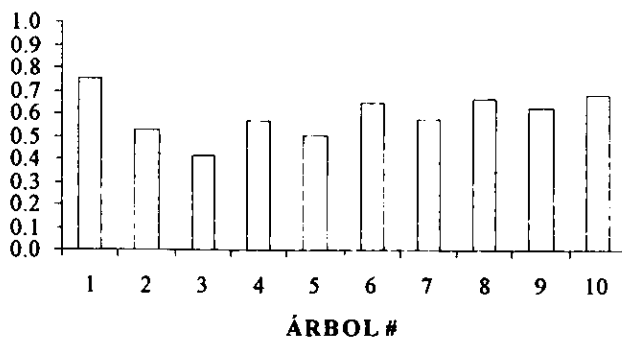


FIGURA 15. Distribución de la gravedad específica en 10 árboles de *Guarea grandifolia*.

EDAD ESTIMADA CON EL MODELO "BRC":

Para estimar la edad de los 10 árboles medidos a diferente altura, se calcularon los parámetros de velocidad de crecimiento (a), forma de la curva (b) y diámetro máximo (D_M) para el modelo "BRC con los datos mostrados en el apéndice E. La tabla 17 muestra el cálculo de estos parámetros al igual que los límites de confianza inferior y superior. Con estos parámetros se calculó la edad de los 10 árboles medidos en diámetro troncal a diferente altura durante dos años consecutivos (figura 16). También se utilizaron los parámetros b y D_M del promedio (tabla 17) para calcular la diferencia en la velocidad de crecimiento (a) en dos años diferentes, 1996 y 1997 (figura 17).

Las curvas del crecimiento relativo obtenidas de los datos de las medidas obtenidas en diámetro a diferente altura (figura 16) y los diámetros tomados en cuenta en dos años diferentes (figura 17), se muestran muy parecidas, ya que la forma de la curva no cambia. Sin embargo, al comparar la edad de los árboles se observa que varía. La edad estimada tomando en cuenta todos los diámetros medidos en el tronco del árbol a diferente altura (figura 16) da como resultado que para un árbol de 80 cm de diámetro se estimó una edad de 293 años (261-345 años como intervalo de confianza) que correspondería a un incremento anual promedio de 0.3 cm (80/ 293). Mientras que la edad estimada tomando en cuenta los diámetros medidos a diferente altura en 2 años diferentes (Año 1= 1996 y Año 2

= 1997) (figura 17), muestra que para un árbol de 80 cm de diámetro tendría 244 años en el primer año con un incremento anual de 0.3 cm (80 / 244) y 401 años con un incremento de 0.2 cm (80 / 401) en el segundo año con un diámetro de 80 cm. Estos intervalos de confianza se obtuvieron con la siguiente fórmula para el año 1 (1996) y el año 2 (1997):

$$\text{LNRG} = \text{LOG} (ab / (1 / (1 - (D / D_M)^{1/b}) - 1))$$

Donde el parámetro *b* (forma de la curva) y *D_M* (Diámetro máximo) corresponderían a los valores obtenidos en la tabla 17. Mientras que el parámetro *a* (velocidad de crecimiento) y *DIA* (diámetro) se obtuvieron de los datos calculados para el año 1 (1996) y año 2 (1997) y se sustituyeron respectivamente:

$$\text{LNRG} = \text{LOG} (a * 1.03347 / (1 / (1 - (\text{DIA} / 532.51) (1 / 1.03347)) - 1))$$

Los datos utilizados para calcular *a* y *DIA* que se muestran en las tablas 18 y 19 se obtuvieron de los datos originales del apéndice V. Estos datos se ordenaron para Systat 6.0. La primer columna muestra el total de las medidas realizadas del diámetro a diferentes alturas, la segunda columna el número de árbol que corresponde la altura, la tercera columna el diámetro calculado por altura, la cuarta columna es el ajuste del incremento obtenido en un año (365 días) y la última columna el logaritmo del crecimiento relativo.

TABLA 17. Calculo de los parámetros para el modelo BRC con regresión lineal en 90 mediciones realizadas a diferentes alturas en dos años de estudio en 10 árboles de *Guarea grandifolia*.

| | |
|--|-----------|
| Promedio D_M (cm) | 532.5 |
| Media a (1 / año) | 0.0005906 |
| Media b | 1.0334666 |
| R^2 original | 0.4952585 |
| | |
| Limite inferior D_M (cm) | 511.6 |
| Limite inferior a (1 / año) | 0.0005585 |
| Limite inferior b | 0.9311196 |
| R^2 original | 0.9995879 |
| | |
| Limite superior D_M (cm) | 634.3 |
| Limite superior a (1 / año) | 0.0003926 |
| Limite superior b | 1.0048906 |
| R^2 original | 0.9981297 |

TABLA 18. Datos de entrada para Systat 6.0 del año 1 (1996) en 10 árboles medidos en diámetro a diferente altura.

| MEDIDAS | NO. ÁRBOL | DIÁMETRO (1996) | INCREMENTO AJUSTADO (365 DIAS) | LN CRECIMIENTO RELATIVO |
|---------|-----------|-----------------|--------------------------------|-------------------------|
| 1 | 3 | 8.20 | 0.40 | -3.0910 |
| 2 | 3 | 8.60 | 0.30 | -3.2301 |
| 3 | 1 | 8.70 | 0.20 | -4.0061 |
| 4 | 3 | 8.80 | 0.60 | -2.7547 |
| 5 | 1 | 9.50 | 0.10 | -4.4909 |
| 6 | 3 | 9.70 | 0.20 | -3.7755 |
| 7 | 1 | 11.30 | 1.13 | -3.1196 |
| 8 | 1 | 11.16 | 0.30 | -3.6608 |
| 9 | 3 | 11.19 | 0.40 | -3.3826 |
| 10 | 1 | 12.10 | 0.40 | -3.4808 |
| 11 | 1 | 13.40 | 0.20 | -4.2540 |
| 12 | 7 | 17.40 | 1.20 | -2.6769 |
| 13 | 8 | 18.50 | 0.40 | -3.9097 |
| 14 | 8 | 18.80 | 0.30 | -4.0130 |
| 15 | 8 | 19.00 | 0.20 | -4.5450 |
| 16 | 7 | 19.30 | 1.00 | -2.9194 |
| 17 | 8 | 19.60 | 0.30 | -4.2638 |
| 18 | 7 | 20.20 | 0.90 | -3.0620 |
| 19 | 8 | 21.30 | 0.10 | -5.9969 |
| 20 | 6 | 21.50 | 0.50 | -3.6830 |
| 21 | 6 | 23.10 | 0.50 | -3.8571 |
| 22 | 6 | 23.20 | 0.60 | -3.6127 |

| | | | | |
|----|---|-------|------|---------|
| 23 | 1 | 23.60 | 0.60 | -3.6118 |
| 24 | 1 | 24.00 | 0.30 | -4.5450 |
| 25 | 1 | 24.10 | 0.30 | -4.5104 |
| 26 | 1 | 24.50 | 0.40 | -4.2494 |
| 27 | 6 | 24.60 | 0.60 | -3.7398 |
| 28 | 1 | 25.30 | 0.10 | -5.6971 |
| 29 | 7 | 25.40 | 0.50 | -3.9521 |
| 30 | 6 | 25.70 | 0.50 | -3.9637 |
| 31 | 1 | 26.90 | 0.30 | -4.6206 |
| 32 | 6 | 28.20 | 0.50 | -3.9539 |
| 33 | 1 | 28.70 | 0.30 | -4.6078 |
| 34 | 1 | 32.30 | 0.30 | -4.8422 |
| 35 | 6 | 33.30 | 0.70 | -3.8041 |
| 36 | 9 | 50.00 | 0.30 | -5.2004 |
| 37 | 4 | 52.10 | 0.40 | -4.8351 |
| 38 | 9 | 53.30 | 0.40 | -4.9115 |
| 39 | 4 | 54.00 | 0.10 | -6.9256 |
| 40 | 9 | 57.50 | 0.20 | -5.8245 |
| 41 | 4 | 58.00 | 0.60 | -4.6543 |
| 42 | 5 | 58.80 | 0.40 | -5.0648 |
| 43 | 5 | 60.30 | 0.20 | -5.8732 |
| 44 | 2 | 60.40 | 0.30 | -5.3884 |
| 45 | 2 | 60.90 | 0.30 | -5.4362 |
| 46 | 2 | 63.30 | 0.20 | -5.8601 |
| 47 | 2 | 73.20 | 0.70 | -4.6056 |
| 48 | 9 | 79.50 | 0.50 | -5.1377 |
| 49 | 5 | 82.30 | 0.40 | -5.4592 |

TABLA 19. Datos de entrada para Systat 6.0 del año 2 (1998) en 10 árboles medidos en diámetro a diferentes alturas.

| MEDIDAS | NO. ÁRBOL | DIAMETRO (1998) | INCREMENTO AJUSTADO (365 DÍAS) | LN CRECIMIENTO RELATIVO |
|---------|-----------|-----------------|--------------------------------|-------------------------|
| 1 | 3 | 8.60 | 0.20 | -3.6025 |
| 2 | 1 | 9.00 | 0.10 | -4.1826 |
| 3 | 3 | 9.00 | 0.20 | -3.6042 |
| 4 | 1 | 9.60 | 0.10 | -4.9397 |
| 5 | 3 | 10.50 | 0.40 | -3.2240 |
| 6 | 1 | 12.10 | 0.30 | -3.8029 |
| 7 | 3 | 12.30 | 0.20 | -3.9371 |
| 8 | 1 | 12.50 | 0.30 | -3.9077 |
| 9 | 7 | 18.60 | 0.60 | -3.4036 |
| 10 | 8 | 19.70 | 0.10 | -5.5817 |
| 11 | 7 | 20.20 | 0.50 | -3.6602 |
| 12 | 7 | 21.40 | 0.70 | -3.4579 |
| 13 | 6 | 21.80 | 0.20 | -4.8795 |
| 14 | 6 | 23.50 | 0.20 | -4.7641 |
| 15 | 6 | 23.70 | 0.30 | -4.3993 |
| 16 | 1 | 24.20 | 0.10 | -6.1538 |

| | | | | |
|----|---|-------|------|---------|
| 17 | 1 | 24.20 | 0.10 | -5.1734 |
| 18 | 1 | 24.70 | 0.10 | -5.5980 |
| 19 | 6 | 24.90 | 0.20 | -4.8532 |
| 20 | 1 | 25.60 | 0.20 | -5.1097 |
| 21 | 6 | 26.20 | 0.30 | -4.5792 |
| 22 | 7 | 26.70 | 0.70 | -3.6287 |
| 23 | 1 | 27.10 | 0.10 | -5.5203 |
| 24 | 6 | 28.70 | 0.30 | -4.6920 |
| 25 | 1 | 28.90 | 0.10 | -5.8188 |
| 26 | 6 | 33.60 | 0.10 | -5.5422 |
| 27 | 9 | 50.40 | 0.20 | -5.4463 |
| 28 | 4 | 52.50 | 0.20 | -5.5130 |
| 29 | 9 | 53.60 | 0.20 | -5.7786 |
| 30 | 4 | 54.50 | 0.30 | -5.2506 |
| 31 | 4 | 55.80 | 0.20 | -5.8535 |
| 32 | 9 | 57.70 | 0.10 | -6.0006 |
| 33 | 4 | 58.10 | 0.10 | -6.8275 |
| 34 | 5 | 59.20 | 0.20 | -5.6608 |
| 35 | 2 | 61.10 | 0.10 | -6.2806 |
| 36 | 5 | 61.90 | 1.00 | -4.1184 |
| 37 | 2 | 62.00 | 0.10 | -6.2463 |
| 38 | 9 | 62.40 | 0.30 | -5.2022 |
| 39 | 2 | 63.40 | 0.10 | -6.8282 |
| 40 | 5 | 64.50 | 0.10 | -6.1110 |
| 41 | 2 | 75.50 | 1.20 | -4.1496 |

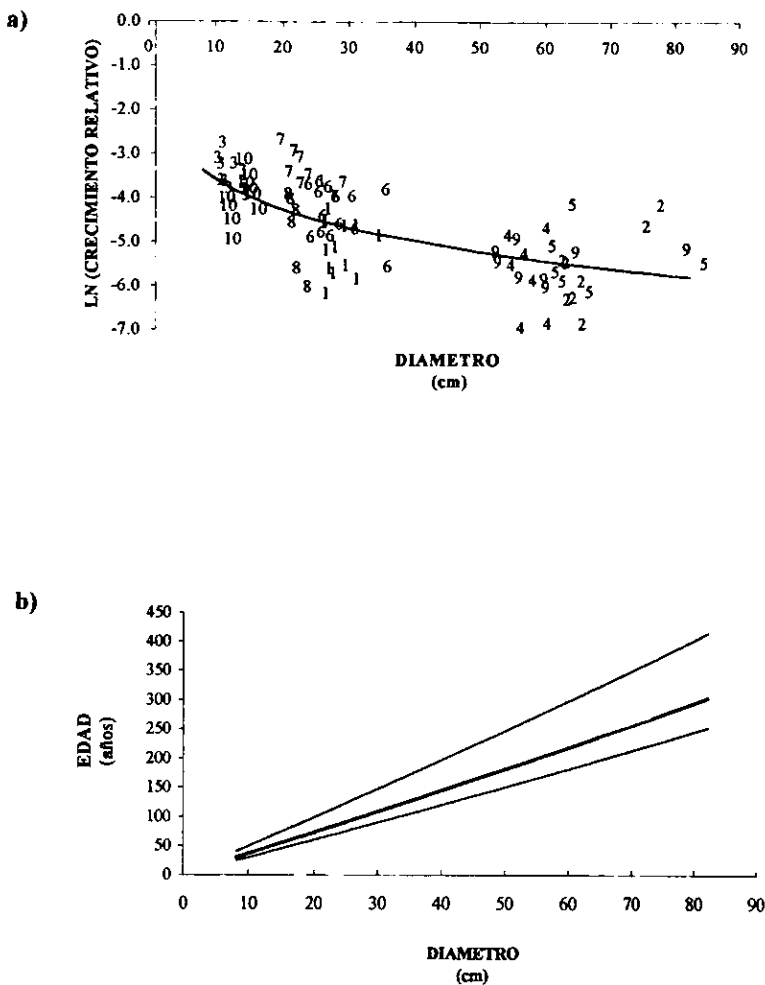


FIGURA 16. a) Logaritmo del crecimiento relativo en dependencia del diámetro troncal y b) la edad derivada de esta relación con su intervalo de confianza (95%). Para el inventario de 10 árboles de *Guarea grandifolia*, medidos a diferente altura durante dos años consecutivos.

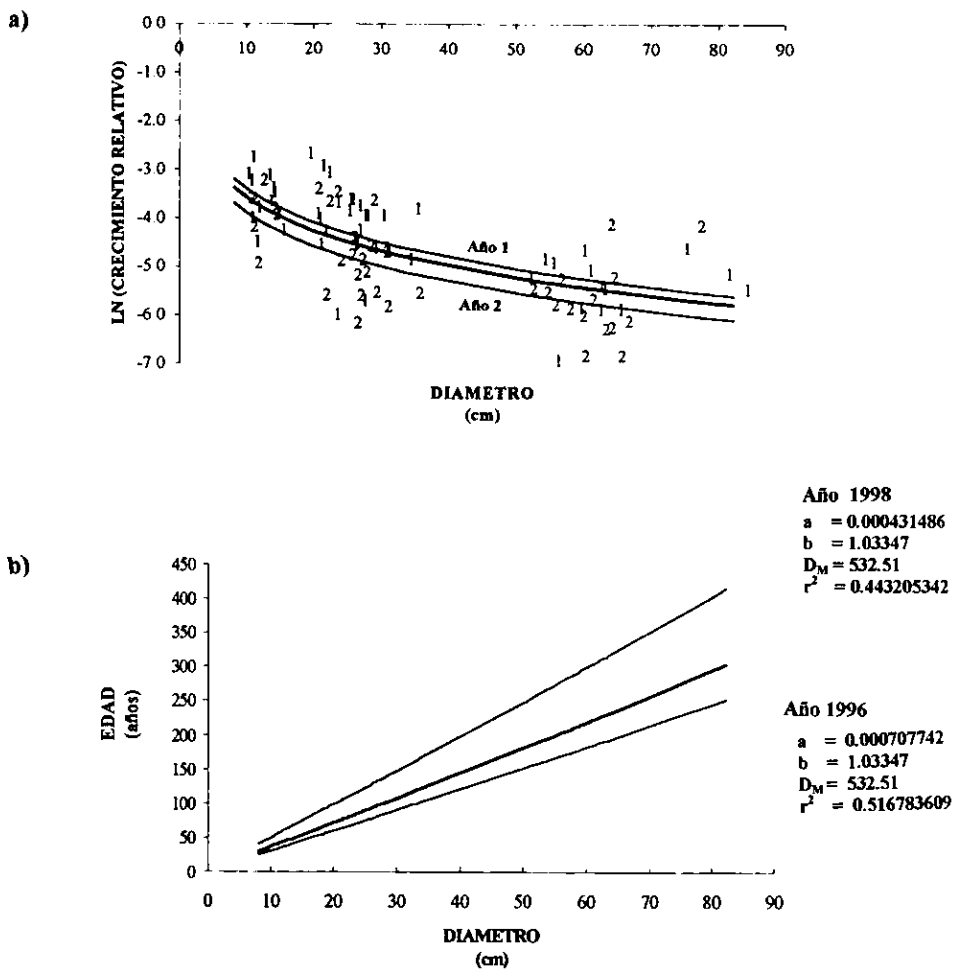


FIGURA 17. a) Logaritmo del crecimiento relativo en dependencia del diámetro troncal medidos a diferente altura durante dos años (Año 1= 1996 y Año 2= 1998) con b y D_M fijadas y b) la edad derivada de esta relación incluyendo todos los datos de los dos años con su respectivo intervalo de confianza (95%), para el inventario de 10 árboles.

Además de los 10 árboles estudiados en detalle anteriormente, se midieron 90 individuos más a una sola altura. También se obtuvieron los parámetros a , b y D_M utilizados en el modelo medidos en el tiempo de estudio (1 año) (tabla 20) y así calcular la edad calculada de los 90 árboles (figura 18). Posteriormente se utilizaron los promedios obtenidos de los parámetros b y D_M obtenidos de las mediciones realizadas en el diámetro medido a diferentes alturas en los 10 árboles (tabla 17) para calcular la diferencia en la velocidad del crecimiento (a) en el mismo año (figura 19).

Las curvas del crecimiento relativo que se obtuvieron en las figuras 20 y 21, muestran que existe poca diferencia en la forma de la curva, aún realizando el ajuste de a . Sin embargo la edad estimada para los 90 árboles medidos en diámetro troncal a una sola altura (figura 18) demuestra que para un diámetro de 80 cm se obtuvo una edad de 230 años (185-385 años como intervalo de confianza) que corresponde a un incremento anual de 0.3 cm (80 / 230). Mientras que la edad calculada encontrada con los parámetros a , b y D_M ajustado al diámetro de los 90 árboles medidos a una sola altura y el ajuste que proviene de los 10 árboles medidos a diferentes alturas analizados anteriormente muestran grandes diferencias (figura 19). La edad calculada para este caso, en comparación con la encontrada anteriormente (figura 18), se encuentra por debajo del valor obtenido, ya que para un árbol de 80 cm de diámetro se obtuvo una edad de 170 años con un incremento anual de 0.5 cm (80 / 170).

Los intervalos de confianza se obtuvieron con la fórmula utilizada anteriormente para el análisis de los 10 árboles:

$$\text{LNRG} = \text{LOG} (a * 1.03347 / (1 / (1 - (\text{DIA} / 532.51) (1 / 1.03347)) - 1))$$

Donde los parámetros a y DIA se calcularon de los datos de los 90 árboles que se muestran en la tabla 21. Los parámetros de b (1.03347) y D_m (532.51) se obtuvieron de los datos de los 10 árboles medidos a diferentes alturas que se muestran en la tabla 17 y que también se utilizaron anteriormente.

Como se menciona anteriormente, los datos para calcular a , b y D_m de los 90 árboles se muestran en la tabla 21 y fueron tomados de los cálculos realizados en el apéndice F. La primera columna muestra el número de medidas realizadas en un año, la segunda indica el diámetro calculado en 1997, la tercera columna es el incremento ajustado a un año (365 días) y la última columna muestra el logaritmo del crecimiento relativo.

TABLA 20. Calculo de los parámetros estimados para el modelo BRC utilizados para estimar la edad de 90 individuos.

| | |
|--|------------|
| Promedio D_M (cm) | 1945.9 |
| Promedio a (1 / año) | 0.00012799 |
| Promedio b | 2.32756971 |
| R^2 original | 0.12178732 |
| | |
| Limite inferior D_M (cm) | 1510.4 |
| Limite inferior a (1 / año) | 0.00109443 |
| Limite inferior b | 1.72803204 |
| R^2 | 0.99988964 |
| | |
| Limite superior D_M (cm) | 2575.5 |
| Limite superior a (1 / año) | 0.00182151 |
| Limite superior b | 5.04863487 |
| R^2 | 0.99980323 |

TABLA 21. Datos de entrada para Systat 6.0 de las medidas del diámetro realizadas en 90 árboles de *Guarea grandifolia* en un año.

| MEDIDAS | DIAMETRO (1997-1998) | INCREMENTO AJUSTADO (365 DÍAS) | LN CRECIMIENTO RELATIVO |
|----------------|---------------------------------|---|------------------------------------|
| 1 | 7.50 | 0.30 | -3.1706 |
| 2 | 7.50 | 0.30 | -3.3083 |
| 3 | 8.40 | 0.10 | -4.3894 |
| 4 | 9.50 | 0.30 | -3.5579 |
| 5 | 10.30 | 0.50 | -3.1064 |
| 6 | 11.50 | 0.20 | -3.9972 |
| 7 | 11.80 | 0.50 | -3.1563 |
| 8 | 12.10 | 0.10 | -4.4133 |
| 9 | 14.50 | 0.40 | -3.5832 |
| 10 | 15.10 | 0.40 | -3.6061 |
| 11 | 15.40 | 0.90 | -2.8896 |
| 12 | 17.50 | 0.50 | -3.5119 |
| 13 | 17.50 | 0.10 | -4.7777 |
| 14 | 18.10 | 0.70 | -3.2936 |
| 15 | 19.10 | 0.20 | -4.6170 |
| 16 | 19.90 | 0.20 | -4.4589 |
| 17 | 20.50 | 0.50 | -3.6248 |
| 18 | 20.50 | 0.10 | -5.2753 |
| 19 | 20.70 | 0.40 | -3.9534 |
| 20 | 21.00 | 1.10 | -2.9939 |
| 21 | 21.20 | 0.30 | -4.4340 |
| 22 | 21.60 | 0.70 | -3.4392 |

| | | | |
|----|-------|------|---------|
| 23 | 22.10 | 1.50 | -2.7235 |
| 24 | 22.30 | 1.10 | -2.9999 |
| 25 | 22.90 | 0.20 | -4.6921 |
| 26 | 22.90 | 0.30 | -4.3073 |
| 27 | 24.80 | 0.50 | -3.8221 |
| 28 | 25.60 | 0.30 | -4.5414 |
| 29 | 26.10 | 0.50 | -3.8667 |
| 30 | 26.10 | 0.10 | -5.5153 |
| 31 | 27.10 | 0.30 | -4.5939 |
| 32 | 27.40 | 0.60 | -3.7694 |
| 33 | 27.40 | 0.40 | -4.2316 |
| 34 | 28.60 | 1.20 | -3.1979 |
| 35 | 29.10 | 0.10 | -5.4408 |
| 36 | 29.40 | 0.50 | -4.0300 |
| 37 | 29.40 | 0.30 | -4.6062 |
| 38 | 29.80 | 0.20 | -4.9515 |
| 39 | 30.20 | 1.00 | -3.3989 |
| 40 | 32.10 | 0.70 | -3.8068 |
| 41 | 32.30 | 1.00 | -3.4861 |
| 42 | 32.30 | 0.50 | -4.2453 |
| 43 | 33.10 | 0.30 | -4.6598 |
| 44 | 33.90 | 0.90 | -3.6762 |
| 45 | 33.90 | 0.30 | -4.9049 |
| 46 | 34.10 | 0.30 | -4.6828 |
| 47 | 34.40 | 0.50 | -4.3073 |
| 48 | 34.40 | 0.60 | -3.9698 |
| 49 | 34.90 | 0.70 | -3.8568 |
| 50 | 36.90 | 0.20 | -5.0792 |
| 51 | 37.60 | 0.30 | -4.8479 |
| 52 | 40.10 | 0.30 | -4.8445 |
| 53 | 40.40 | 0.20 | -5.2651 |
| 54 | 41.20 | 0.90 | -3.8313 |
| 55 | 42.00 | 0.30 | -4.8964 |
| 56 | 42.70 | 0.40 | -4.6696 |
| 57 | 43.10 | 0.20 | -5.3226 |
| 58 | 44.90 | 1.20 | -3.6415 |
| 59 | 45.40 | 0.20 | -5.4765 |
| 60 | 45.80 | 0.20 | -5.4689 |
| 61 | 45.80 | 0.10 | -5.7401 |
| 62 | 46.20 | 1.00 | -3.8218 |
| 63 | 46.20 | 0.50 | -4.4367 |
| 64 | 47.90 | 0.80 | -4.0944 |
| 65 | 48.50 | 0.90 | -3.9858 |
| 66 | 48.70 | 0.90 | -3.9873 |
| 67 | 51.60 | 0.40 | -4.8081 |
| 68 | 52.50 | 0.80 | -4.1333 |
| 69 | 53.00 | 0.60 | -4.5390 |
| 70 | 53.60 | 0.50 | -4.6243 |
| 71 | 53.80 | 1.20 | -3.8442 |
| 72 | 55.70 | 0.30 | -5.1748 |
| 73 | 58.10 | 1.80 | -3.4678 |
| 74 | 58.90 | 1.10 | -3.9872 |
| 75 | 59.40 | 0.60 | -4.6488 |

| | | | |
|----|-------|------|---------|
| 76 | 59.50 | 0.30 | -5.2411 |
| 77 | 62.40 | 0.80 | -4.3073 |
| 78 | 62.50 | 1.70 | -3.6024 |
| 79 | 63.00 | 0.30 | -5.3673 |
| 80 | 66.00 | 0.60 | -4.7246 |
| 81 | 67.20 | 0.90 | -4.2669 |
| 82 | 69.20 | 1.60 | -3.7417 |
| 83 | 69.40 | 1.40 | -3.9033 |
| 84 | 69.70 | 1.20 | -4.0800 |
| 85 | 73.80 | 2.60 | -3.3347 |
| 86 | 74.30 | 0.80 | -4.5373 |
| 87 | 78.80 | 0.60 | -4.8264 |
| 88 | 81.20 | 0.60 | -4.8289 |

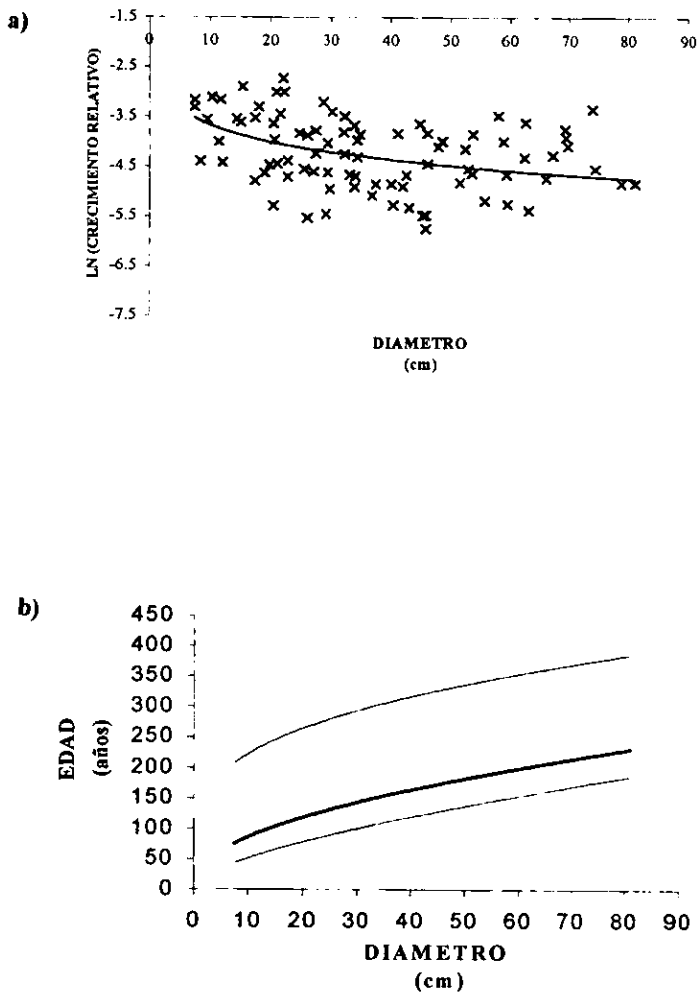


FIGURA 18. a) Logaritmo del crecimiento relativo en dependencia al diámetro troncal medido a una sola altura para el inventario de 90 árboles de *Guarea grandifolia* y b) la edad derivada de esta relación con el intervalo de confianza durante un año de estudio.

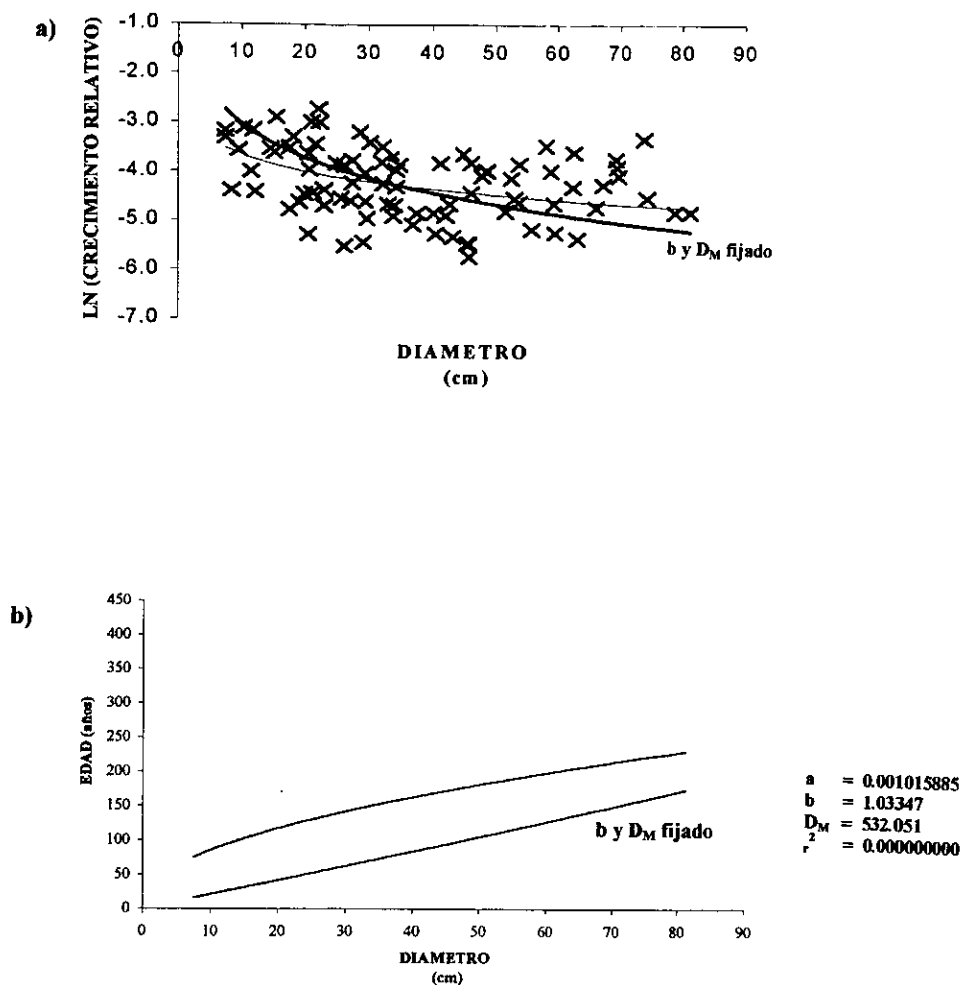


FIGURA 19. a) Logaritmo del crecimiento relativo en dependencia del diámetro troncal y b) la edad derivada de esta relación para 90 árboles de *Guarea grandifolia* medidos durante un año de estudio a una sola altura. Los parámetros b y D_M al ajustar solamente a proviene de los 10 árboles analizados anteriormente (figura 16).

VIII. DISCUSIÓN

El análisis del incremento del diámetro medido a diferentes alturas en los 10 árboles de *Guarea grandifolia* demostró que no todos los árboles crecen con la misma rapidez, aun cuando se encuentren localizados dentro de un área de aproximadamente 1.5 hectáreas. Esto se debe a la existencia de factores que afectan la tasa de crecimiento de los árboles individuales, tales como el espacio para crecer, la disponibilidad de luz y agua, la temperatura, además de la edad y las diferencias genéticas, entre otros (Williams-Linera, 1996). Esto se corrobora en las diferencias en el promedio del incremento anual durante los dos años de estudio (tabla 1). Con el "Análisis de varianza" o "ANOVA" realizado para el promedio del incremento anual en diámetro de los 10 árboles medidos abajo y arriba en el tronco (tabla 3), se concluye que existen diferencias significativas en los incrementos obtenidos entre los árboles y entre los años, pero no entre diferentes alturas (tabla 4).

El análisis del diámetro de vasos de la madera para buscar la presencia de anillos de crecimiento en 5 árboles de *Guarea grandifolia* comprueba que estos árboles tropicales no presentan anillos de crecimiento distinguibles, aún cuando se les busca microscópicamente (figura 11). Con el "análisis de varianza" o "ANOVA" anidado se confirma que la varianza del diámetro de vasos medidos entre árboles fue altamente significativa en comparación con lo que se obtuvo analizando los datos dentro de los árboles (tabla 10), por lo que existe mayor variación en este último análisis (tabla 11). Esta variación entre los árboles quizá se deba a que varía el crecimiento en la zona del cámbium, que se ve influenciada por la distribución de las lluvias y los eventos fenológicos como la caída de las hojas, floración y fructificación (Hazlett, 1987).

Al determinar las diferencias de la densidad de la madera entre los 10 árboles de *Guarea grandifolia* se encuentra que si existe variación entre los árboles dentro del sitio de estudio (tabla 15, figura 13). Con el "Análisis de varianza" o "ANOVA" realizado confirma lo anterior concluyendo que existen diferencias significativas en la densidad entre árboles, pero no entre los lados norte y sur, de un mismo individuo (tabla 14). Con el coeficiente de

correlación de Pearson se encuentra que la relación del promedio del incremento del diámetro y la densidad son significativas para 8 árboles, quedándose fuera del patrón 2 árboles (#6 y #7) (tabla 16, figura 14), por lo que se concluye que esta relación no es tan confiable para sustituir mediciones de incrementos por mediciones de densidades. Barajas-Morales (1987), menciona que las diferencias de la madera entre árboles se deben a la diferente porosidad que presenta la madera. Esto se correlaciona con la humedad del lugar más que con el incremento en diámetro, y además menciona que a mayor gravedad específica decrece la humedad. Aunque al observar las preparaciones en el microscopio la porosidad de la madera no se muestra tan variable porque el diámetro de vasos realizado anteriormente se presenta en forma homogénea. Los resultados obtenidos en el "análisis de varianza" o "ANOVA" (tabla 14) demuestran que la densidad es significativa entre los árboles. Por lo que en este caso, la mayoría de los árboles se encuentran en lugares húmedos (figura 15).

La edad estimada para los 10 árboles tomando en cuenta el promedio del incremento anual en diámetro obtenido a diferentes alturas en comparación con la edad estimada para el año 1 y 2 muestran edades con un intervalo muy grande de diferencias (figura 16 y 17). Esta variación es muy grande, por lo que es recomendable medir los árboles a diferentes alturas en años continuos, que dejar de medir los árboles por algún tiempo. La edad estimada para los 90 árboles con los diámetros medidos a una sola altura durante un año varía con la edad calculada con los parámetros b y D_M , ya que la edad calculada con estos parámetros disminuye (figura 18 y 19). Al comparar los parámetros entre los dos grupos de árboles (10 y 90), se demuestra que es mejor medir con exactitud el incremento del diámetro de un grupo de 10 árboles midiéndolos a diferentes alturas para derivar los parámetros b y D_M para la especie (forma de crecimiento). Luego se puede determinar exclusivamente a (velocidad de crecimiento) para otro grupo de árboles de la misma especie.

En general el promedio del incremento anual calculado para el grupo de 10 y 90 árboles se considera bastante variable. Ya que para el grupo de 10 árboles en los dos años de estudio se encontró un intervalo de 0.03 a 1.59 cm/año, mientras que para el grupo de 90

árboles el intervalo encontrado fue de 0.2 a 2.6 cm/año. Estos resultados no concuerdan con los resultados obtenidos en la selva tropical húmeda de Barro Colorado (Panamá) donde se ha calculado que el crecimiento presenta un intervalo de < 0.01 a 1.5 cm/año (Lang y Knight, 1983). En un manglar de Malasia, el crecimiento en diámetro de las especies principales varía entre 0.22 y 0.51 cm/año (Putz y Chan, 1986) y en bosques lluviosos el diámetro varía entre 0.25 a 0.31 cm/año (Rai y Proctor, 1986). Los resultados no concuerdan probablemente por la diferencia del lugar, ya que el sitio de estudio es la selva alta perennifolia de los Tuxtlas en Veracruz.

IX. CONCLUSIONES

- El análisis del incremento medido a diferentes alturas en el inventario de 10 árboles, demostró diferencias en cuanto al crecimiento.
- En el análisis del diámetro de vasos no fue posible distinguir anillos anuales de crecimiento debido a que el tamaño de los vasos se presenta en las preparaciones en forma homogénea, por lo que es imposible inferir los incrementos del pasado y habría que medir los incrementos anuales a lo largo del estudio (un año o más).
- Al tratar de inferir el incremento anual por la densidad de la madera por el método de gravedad específica, sólo en 8 árboles existió una correlación altamente significativa y 2 no siguen el patrón general, así que la relación no es generalmente 100% confiable, considerándose confiable solo en un 80% para sustituir mediciones de incrementos por densidades.
- El modelaje de crecimiento Bertalanffy-Richards-Chapman (BRC) sirvió para estimar las edades de los árboles en la selva de Los Tuxtlas en base de su incremento anual se calculó que el árbol más grande de *Guarea grandifolia*, con un diámetro de 80 cm tiene entre 185 a 385 años.
- El análisis de crecimiento demostró que es válido medir un grupo pequeño de 10 árboles a diferentes alturas para derivar los parámetros b y D_M y después derivar solamente a para un grupo de árboles más grande y determinar así la forma de la curva de crecimiento.
- Este trabajo se considera 100% representativo para la especie de *Guarea grandifolia* A. DC. Ya que aspectos anatómicos y matemáticos para calcular edad. Por lo que se sugiere realizar un estudio de esta especie en diferentes localidades y comparar la variación que pueda existir en los resultados.

X. BIBLIOGRAFIA

- Barajas-Morales, J. 1987. Wood specific gravity in species from two tropical forests in Mexico. IAWA Bulletin n.s. 8(2):143-148.
- Bredenkamp, B.V. y Gregoire G.T. 1988. A forestry application of Schnute's generalized growth function. In: Ricker, M. 1999. Tree age estimation with the Bertalanffy-Richards-Chapman (BRC) model. In review by Forest Science.
- Castelan, S. L. 1992. Anatomía de la madera y corteza de *Salacia megistophylla* de la región de Los Tuxtlas, Veracruz. Tesis. Escuela Nacional de Estudios Profesionales-Iztacala.
- Condit, R., Hubell, S. P. y Foster, R.B. 1995. Mortality rates of 205 neotropical tree and shrub species and the impact of a severe drought. Ecol. Monogr. (65):419-439.
- Coster, C. (1927). Zur Anatomie und Physiologie der Zuwachszonen und Jahresringbildung in der Tropen. Ann. Jard. Bot. Buitenz. 37:49-161.
- Coster, C. (1928). Zur Anatomie und Physiologie der Zuwachszonen und Jahresringbildung in der Tropen II. Ann. Jard. Bot. Buitenzorg, 38:1-114.
- Chapman, D. G. 1961. Statistical problems in dynamics of exploited fisheries populations. In: Ricker, M. 1999. Tree age estimation with the Bertalanffy-Richards-Chapman (BRC) model. In review by Forest Science.
- Chowdhury, K.A. 1939. The formation of growth rings in Indian trees. In: Killman W. y Hong, L.T. 1995. The periodicity of growth in tropical trees with special reference to Dipterocarpaceae- A Review. IAWA Journal, 16(4):329-335.

- Dave, Y. S. y Rao, S. K. 1982. Cambial activity in *Manifera indica*. L. Acta Bot. Acad. Sci. Hung. 28:73-79.
- Dirzo, R. y García, M. A. 1992. Rates of deforestation in Los Tuxtlas, a Neotropical area in Southeast México. Conservation Biol. 6:84-90.
- Dirzo, R., González, E. y Vogt, C. R. 1997. Historia Natural de Los Tuxtlas. Instituto de Biología e Instituto de Ecología. UNAM. México.
- Fahn, A. 1982. Plant Anatomy. 3ra. ed. Pergamon Press Oxford.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de Koeppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 3ra. ed. UNAM.
- Hazlett, D. L. 1987. Seasonal cambial activity for *Pentaclethra*, *Goelthalsia* y *Carapa* trees in a Costa Rican Lowland forest. Biotropica 19:357-630.
- Ibarra-Manríquez, G. 1985. Estudios preliminares sobre la flora leñosa de la estación de biología Tropical "Los Tuxtlas", Veracruz. Tesis. Fac. de Ciencias. UNAM.
- Ibarra-Manríquez y Sinaca-Colín, S. 1989. Listados florísticos de México VII. Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas. Instituto de Biología. UNAM. México. 51 pp.
- Jacoby, C. G. 1989. Overview of tree-ring analysis in tropical regions. IAWA Bulletin n.s. 10:99-108.
- Killman, W y Hong, L. Th. 1995. The periodicity of growth in tropical trees with special reference to Dipterocarpaceae-A Review. IAWA Journal 16(4):329-335.
- Kuroda, K. y Shimaji, K. 1983. Traumatic resin canal formation as a marker of xylem growth. For. Sci. 29:653-659.

- Kuroda, K. y Shimaji, K. 1984 a. The pinning method for marking growth in hard-wood species. *Forest. Sci.* 30:548-554.
- Kuroda, K. y Shimaji, K. 1984 b. Wound effects on xylem cell differentiation in a conifer. *IAWA Bull n.s.* 5:295-305.
- Kuroda, K. y Kiyono, Y. 1997. Seasonal rhythms of xylem growth measured by the wounding method and a with a band-dendrometer: an instance of *Chamaecyparis obtusa*. *IAWA Journal* 18(3):291-299.
- Lang, G. E. y Knight, H.D. 1983. Tree growth, mortality recruitment and canopy gap formation during a 10-year period in a tropical moist forest. *Ecology* 64(5):1075-1080.
- Lieberman, D. y Lieberman, M. 1985. Simulation of growth curves from periodic increment data. *Ecology* (66):632-635.
- Manly, B.F.J. 1997. Randomization, bootstrap and Monte Carlomethodsin biology. Chapman & Hall, London. U.K. 399 p.
- Mariaux, A. 1967-1968. Les cernes dans les bois tropicaux africains, nature et périodicité Bois et forêts des tropiques. In: Worbes, M. 1995. How to measure growth dynamics in tropical trees a review. *IAWA Journal* 16:337-351.
- Mariaux, A. 1969. La périodicité des cernes dans le bois de limba. Bois et Forêts des Tropiques. In: Killman W.y Hong, L.T. 1995. The periodicity of growth in tropical trees with special reference to Dipterocarpaceae- A Review. *IAWA Journal*, 16(4):329-335.

- Mariaux, A. 1970. La périodicité de formation des cernes dans le bois de l'oKomé. Bois et Forêts de Tropiques. In: Killman W.y Hong, L.T. 1995. The periodicity of growth in tropical trees with special reference to Dipterocarpaceae- A Review. IAWA Journal, 16(4):329-335.
- Mariaux, A. 1977. Nature et périodicité des cernes dans les bois rouge de Méliacées africaines. In: Killman W.y Hong, L.T. 1995. The periodicity of growth in tropical trees with special reference to Dipterocarpaceae- A Review. IAWA Journal, 16(4):329-335.
- Mariaux, A. 1981. Past efforts in measuring age and annual growth in tropical trees. In: Killman W.y Hong, L.T. 1995. The periodicity of growth in tropical trees with special reference to Dipterocarpaceae- A Review. IAWA Journal, 16(4):329-335.
- Martinez-Ramos, M. y Alvarez-Buylla, E. 1995. Ecología de poblaciones de plantas en una selva húmeda de México. Bol. Soc. Bot. Méx. 56:121-153.
- Martinez-Ramos y Alvarez-Buylla, E. 1998. How old are tropical rain forest trees?. Trends in plant science. 3(10):400-405.
- McKenzie, T.A. 1972. Observations on growth and a technique for estimating annual growth in *Prioria copafeira*. In: Killman W.y Hong, L.T. 1995. The periodicity of growth in tropical trees with special reference to Dipterocarpaceae- A Review. IAWA Journal, 16(4):329-335.
- Miranda, F. Y Hernández, E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. 28:29-1279.
- Nakamura, T., Nakai, N., Kimura, M., Ohishi, S., Hatton, Y.y Kikati, Y. 1987. Variations in ¹⁴C concentrations of tree rings (1945-1983). Geochemistry 21:7-12.

- Nobuchi, T., Ogata, V y Siripatanadilok, S.1995. Seasonal characteristics of wood formation in *Hopea odorata* y *Shorea henrriana*. IAWA Journal 16:361-369.
- Norton, A., Palmer, J. y Ogden, J. (1987). Dendroecological studies in New Zealand. Y. An evaluation of tree age estimates based on increment cores. New Zealand. J. Bot. 25:373-383.
- Nydal, R. y Lövseth, K. 1983. Tracing bomb 14 C in the atmosphere 1962-1980. J. Geophys. Res. 88:3621-3642.
- O'Neill, R. 1986. Function minimization using a simplex procedure. In: Ricker, M. 1999. Tree age estimation with the Bertalanffy-Richards-Chapman (BRC) model. In review by Forest Science.
- Ortega, F., Castillo, I. y Carmona, T. 1991. Anatomía de la madera de veintiseis especies de la Selva Lacandona, Chiapas. La Madera y su Uso. Instituto de Ecología, A.C.
- Oyama, K. 1993. Are age an height correlated in palm *Chamaedorea tepejilote* (Palmae)?. J.Trop.Ecol. (9):381-385.
- Paliwal, G.S. y Prasad, N. 1970. Seasonal activity of cámbium in some tropical trees. I. *Dalbergia sissoo*. In: Killman W.y Hong, L.T. 1995. The periodicity of growth in tropical trees with special reference to Dipterocarpaceae- A Review. IAWA Journal, 16(4):329-335.
- Pennington, D. 1981. Flora Neotropica. Monograph number 28. Meliaceae. Organization for flora Neotropica. The New York Botanical Garden. New York.
- Pienaar, L. V. y Turnbull J. K. 1973. The Chapman-Richards generalization of Von Bertalanffy's growth model for basal area growth and yield in even-aged stands. In:

- Ricker, M. 1999. Tree age estimation with the Bertalanffy-Richards-Chapman (BRC) model. In review by Forest Science.
- Putz, F.E y Chan, T. H. 1986. Tree growth, dynamics, and productivity in a mature mangrove forest in Malaysia. *For. Ecol. Manag.* 17(2-3):211-230.
- Rai, S.N. y Proctor, J. 1986. Ecological studies on four rainforests in Karnataka, India *J. Ecol.* 74(2):439-454.
- Rao, S. K. and Dave, S. Y. (1981). Seasonal variations in the cambial anatomy of *Tectona grandis* (Verbenacea) Nord. *J. Bot.* 1:in press.
- Roth, I. 1981. Structural patterns of tropical barks. *Encycl. Plant Anat.* Vol. IX, part 3 Gerbruder Borntraeger, Berlin 609 p.
- Richards, F.J. 1959. A flexible growth function for empirical use. In: Ricker, M. 1999. Tree age estimation with the Bertalanffy-Richards-Chapman (BRC) model. In review by Forest Science.
- Ricker, M. 1998. Enriching the Tropical Rain Forest with Native Fruit Trees: A Biological and Economic Analysis in Los Tuxtlas (Veracruz, México). Ph. D. Thesis School of Forestry and Environmental Studies and Graduate School, Yale University, New Haven, Connecticut, Estados Unidos.
- Sass, U., Killman, W. y Eckstein, D. 1995. Wood formation in two species of Dipterocarpaceae in Peninsular Malaysia. *IAWA Journal.* 16(4):371-384.
- Schweingruber, F. H., Eckstein, D., Serre-Bachet, F. y Bräker, U. O. 1990. Identification, presentation and interpretation of event years in dendrochronology. *Dendrochronologia.* 8:9-39.

- Shimaji, K. y Nagatsuka, Y. 1971. Pursuit of the time sequence of annual ring formation in Japanese fir (*Abies firma* Sieb. et Zucc.) J. Jap. Wood Res. 17:122-128.
- Shiokura, T. 1989. A method to measure radial increment in tropical trees. IAWA Bull n.s. 10:147-154.
- Sokal, R.R. y Rohlf, F.J. 1995. Statistical Tables. W.H. Freeman and Company, New York, EUA. 199 pp.
- Solis, A. P. 1992. Descripción anatómica del xilema secundario de 22 especies arbóreas de Los Tuxtlas, Veracruz. Tesis. Fac. de Ciencias. UNAM.
- Tomlinson, P.B. y Craighead, C.F. 1972. Growth-ring studies on the native trees of subtropical Florida. In: Killman W.y Hong, L.T. 1995. The periodicity of growth in tropical trees with special reference to Dipterocarpaceae- A Review. IAWA Journal, 16(4):329-335.
- Tschinkel, H. M. 1966. Annual growth rings in *Cordia alliodora*. In: Worbes, M. 1995. How to measure growth dynamics in tropical trees a review. IAWA Journal 16:337-351.
- Venugopal, N. y Krishnamurthy, 1987. Seasonal production of secondary xylem in the twigs of certain tropical trees. IAWA Bull. n.s. 8:31-40.
- Von Bertalanffy, L. 1957. Quantitative laws in metabolism and growth. In: Ricker, M. 1999. Tree age estimation with the Bertalanffy-Richards-Chapman (BRC) model. In review by Forest Science.
- Williams-Linera, G. 1996. Crecimiento diamétrico de árboles caducifolios y perennifolios del bosque mesófilo de montaña en los alrededores de Xalapa. Madera y Bosques. 2(2):53-65.

- Wolter, K. E. 1968. A new method for marking xylem growth. *For. Sci.* 14:102-104.
- Worbes, M. 1985. Structural and other adaptations to long-term flooding by trees in Central Amazonia. *Amazoniana*. 9:459-484.
- Worbes, M. 1989. Growth rings, increment and age of trees in inundations forests, savannas and mountain forests in the neotropics. *IAWA Bull. n.s.* 10:109-122.
- Worbes, M. and Junk, W. J. 1989. Dating tropical trees by means of C14 from bomb tests. *Ecology* 70:503-507.
- Worbes, M. 1995. How to measure growth dynamics in tropical trees a review. *IAWA Journal* 16:337-351.
- Worbes, M. 1996. The forest ecosystems of Amazonian floodplains. Y. Floristic, structure and ecophysiology. *Ecol. Studies*. Springer. New York.
- Yoshimura, K., Hayashi, S., Itoh, T., Shimaji, K. (1981 a). Studies on the improvement of the pinning method for marking xylem growth. Y. Minute examination of pin marks in *Taeda pine* y other species. *Wood Res.* 67:1-16.
- Yoshimura, K., Itoh, T. y Shimaji, K. (1981 b). Studies on the improvement of the pinning method for marking xylem growth II. Pursuit of the time sequence of abnormal tissue formation in loblolly pine. *Mokuzai Gakkaishi* 27:755-760.
- Zeide, B. 1989. Accuracy of equations describing diameter growth. In: Ricker, M. 1999. Tree age estimation with the Bertalanffy-Richards-Chapman (BRC) model. In review by Forest Science.

XI. APENDICE

A. Cálculo del promedio obtenido del perímetro (P) y la altura (H) de los 10 árboles de *Guarea grandifolia* A. DC.

| ÁRBOL #1 | MEDICIÓN 1995 (cm) | | | PROMEDIO | MEDICIÓN 1996 (cm) | | | PROMEDIO | MEDICIÓN 1998 (cm) | | | PROMEDIO |
|-------------|--------------------------|-------|-------|----------|--------------------------|-------|-------|----------|--------------------------|-------|-------|----------|
| | 1°. | 2°. | 3°. | | 1°. | 2°. | 3°. | | 1°. | 2°. | 3°. | |
| P= | 72.2 | 72.0 | 72.0 | 72.1 | 72.5 | 74.0 | 73.2 | 73.2 | 73.0 | 73.0 | 73.1 | 73.0 |
| H= | | | | 96.0 | | | | 96.0 | | | | 96.0 |
| P= | 75.0 | 74.9 | 75.0 | 74.9 | 75.7 | 76.0 | 75.7 | 75.8 | 76.0 | 76.2 | 76.1 | 76.1 |
| H= | | | | 64.7 | | | | 64.7 | | | | 64.7 |
| P= | 74.6 | 74.4 | 74.6 | 74.5 | 75.4 | 75.0 | 75.6 | 75.3 | 76.3 | 76.1 | 76.0 | 76.1 |
| H= | | | | 61.6 | | | | 61.6 | | | | 61.6 |
| P= | 75.9 | 75.8 | 76.2 | 76.0 | 77.0 | 77.1 | 77.1 | 77.1 | 77.7 | 77.5 | 77.6 | 77.6 |
| H= | | | | 101.0 | | | | 101.0 | | | | 101.0 |
| P= | 79.0 | 79.8 | 78.8 | 79.2 | 79.5 | 79.5 | 79.4 | 79.3 | 80.4 | 80.3 | 80.4 | 80.4 |
| H= | | | | 129.1 | | | | 129.1 | | | | 129.1 |
| P= | 84.0 | 83.6 | 83.8 | 83.8 | 84.6 | 84.8 | 84.5 | 84.6 | 85.3 | 85.2 | 85.3 | 85.3 |
| H= | | | | 152.0 | | | | 152.0 | | | | 152.0 |
| P= | 89.6 | 89.2 | 89.2 | 89.3 | 89.9 | 90.2 | 90.6 | 90.2 | 90.9 | 90.6 | 90.7 | 90.7 |
| H= | | | | 126.5 | | | | 126.5 | | | | 126.5 |
| P= | 100.0 | 100.8 | 101.0 | 100.6 | 101.2 | 101.6 | 101.4 | 101.4 | 101.9 | 101.1 | 101.4 | 101.5 |

| ÁRBOL #2 | MEDICIÓN 1995 (cm) | | | PROMEDIO | MEDICIÓN 1996 (cm) | | | PROMEDIO | MEDICIÓN 1998 (cm) | | | PROMEDIO |
|-------------|--------------------------|-------|-------|----------|--------------------------|-------|-------|----------|--------------------------|-------|-------|----------|
| | 1ª. | 2ª. | 3ª. | | 1ª. | 2ª. | 3ª. | | 1ª. | 2ª. | 3ª. | |
| P= | 196.0 | 195.4 | 194.0 | 195.1 | 193.8 | 193.8 | 194.6 | 194.1 | 194.7 | 194.9 | 194.7 | 194.8 |
| H= | | | | 150.0 | | | | 150.0 | | | | 150.0 |
| P= | 188.6 | 188.8 | 189.0 | 188.8 | 190.0 | 189.6 | 189.4 | 189.7 | 189.8 | 189.5 | 189.5 | 189.6 |
| H= | | | | 160.0 | | | | 160.0 | | | | 160.0 |
| P= | 190.0 | 190.4 | 191.0 | 190.5 | 191.3 | 191.4 | 191.2 | 191.3 | 191.8 | 192.0 | 192.1 | 192.0 |
| H= | | | | 165.0 | | | | 165.0 | | | | 165.0 |
| P= | 199.0 | 198.0 | 197.6 | 198.2 | 198.4 | 198.5 | 199.4 | 198.8 | 199.2 | 199.3 | 199.0 | 199.2 |
| H= | | | | 227.0 | | | | 227.0 | | | | 227.0 |
| P= | 228.0 | 227.8 | 227.6 | 227.8 | 230.0 | 230.5 | 229.8 | 230.1 | 236.8 | 236.8 | 237.5 | 237.0 |

| ÁRBOL #3 | MEDICIÓN 1995 (cm) | | | PROMEDIO | MEDICIÓN 1996 (cm) | | | PROMEDIO | MEDICIÓN 1998 (cm) | | | PROMEDIO |
|-------------|--------------------------|------|------|----------|--------------------------|------|------|----------|--------------------------|------|------|----------|
| | 1ª. | 2ª. | 3ª. | | 1ª. | 2ª. | 3ª. | | 1ª. | 2ª. | 3ª. | |
| P= | 24.6 | 24.4 | 24.5 | 24.5 | 25.6 | 25.8 | 25.6 | 25.7 | 27.1 | 27.0 | 27.0 | 27.0 |
| H= | | | | 84.0 | | | | 84.0 | | | | 84.0 |
| P= | 26.0 | 26.2 | 25.8 | 26.0 | 27.8 | 27.8 | 27.7 | 27.8 | 26.4 | 26.2 | 26.4 | 26.3 |
| H= | | | | 73.0 | | | | 73.0 | | | | 73.0 |
| P= | 26.1 | 25.8 | 25.8 | 25.9 | 27.0 | 26.9 | 27.0 | 27.0 | 28.4 | 28.4 | 28.4 | 28.4 |
| H= | | | | 115.0 | | | | 115.0 | | | | 115.0 |
| P= | 30.6 | 29.4 | 29.5 | 29.8 | 30.6 | 30.5 | 30.5 | 30.5 | 33.0 | 32.9 | 33.0 | 33.0 |
| H= | | | | 127.0 | | | | 127.0 | | | | 127.0 |
| P= | 35.7 | 36.4 | 36.0 | 36.1 | 37.1 | 37.0 | 37.8 | 37.3 | 38.5 | 38.8 | 38.8 | 38.7 |

| ÁRBOL # 4 | MEDICIÓN 1995 (cm) | | | PROMEDIO | MEDICIÓN 1996 (cm) | | | PROMEDIO | MEDICIÓN 1998 (cm) | | | PROMEDIO |
|--------------|--------------------------|-------|-------|----------|--------------------------|-------|-------|----------|--------------------------|-------|-------|----------|
| | 1°. | 2°. | 3°. | | 1°. | 2°. | 3°. | | 1°. | 2°. | 3°. | |
| P= | 161.6 | 162.8 | 162.5 | 162.3 | 163.6 | 163.4 | 163.8 | 163.6 | 164.8 | 164.8 | 164.9 | 164.8 |
| H= | | | | 195.2 | | | | 195.2 | | | | 195.2 |
| P= | 169.2 | 170.0 | 169.3 | 169.5 | 169.6 | 169.5 | 169.5 | 169.7 | 171.3 | 171.3 | 171.4 | 171.3 |
| H= | | | | 200.0 | | | | 200.0 | | | | 200.0 |
| P= | 176.0 | 176.4 | 176.6 | 176.3 | 174.1 | 174.4 | 174.7 | 174.4 | 175.3 | 175.2 | 175.5 | 175.3 |
| H= | | | | 152.1 | | | | 152.1 | | | | 152.1 |
| P= | 180.6 | 180.3 | 180.0 | 180.3 | 183.0 | 182.0 | 182.0 | 181.2 | 182.4 | 182.4 | 182.5 | 182.4 |
| H= | | | | 250.0 | | | | 250.0 | | | | 250.0 |
| P= | 238.6 | 237.0 | 236.6 | 237.4 | 236.9 | 237.0 | 237.1 | 237.0 | 262.0 | 262.5 | 262.4 | 262.3 |

| ÁRBOL # 5 | MEDICIÓN 1995 (cm) | | | PROMEDIO | MEDICIÓN 1996 (cm) | | | PROMEDIO | MEDICIÓN 1998 (cm) | | | PROMEDIO |
|--------------|--------------------------|-------|-------|----------|--------------------------|-------|-------|----------|--------------------------|-------|-------|----------|
| | 1°. | 2°. | 3°. | | 1°. | 2°. | 3°. | | 1°. | 2°. | 3°. | |
| P= | 189.2 | 189.0 | 188.8 | 189.0 | 189.4 | 189.4 | 189.8 | 189.5 | 189.4 | 189.3 | 189.6 | 189.4 |
| H= | | | | 105.0 | | | | 105.0 | | | | 105.0 |
| P= | 190.0 | 188.6 | 188.2 | 188.9 | 188.4 | 188.4 | 188.4 | 188.4 | 194.5 | 194.3 | 194.4 | 194.4 |
| H= | | | | 115.4 | | | | 115.4 | | | | 115.4 |
| P= | 184.0 | 183.3 | 183.4 | 183.6 | 184.2 | 185.2 | 184.8 | 184.7 | 185.5 | 186.0 | 186.3 | 185.9 |
| H= | | | | 210.0 | | | | 210.0 | | | | 210.0 |
| P= | 201.5 | 202.5 | 201.2 | 207.0 | 202.0 | 201.8 | 201.3 | 201.7 | 202.6 | 202.4 | 202.6 | 202.5 |
| H= | | | | 267.0 | | | | 267.0 | | | | 267.0 |
| P= | 260.5 | 255.8 | 255.6 | 257.3 | 258.2 | 258.4 | 258.6 | 258.4 | 287.6 | 287.5 | 287.6 | 287.6 |

| ÁRBOL # 6 | MEDICIÓN 1995 (cm) | | | PROMEDIO | MEDICIÓN 1996 (cm) | | | PROMEDIO | MEDICIÓN 1998 (cm) | | | PROMEDIO |
|--------------|--------------------------|-------|-------|----------|--------------------------|-------|-------|----------|--------------------------|-------|-------|----------|
| | 1ª. | 2ª. | 3ª. | | 1ª. | 2ª. | 3ª. | | 1ª. | 2ª. | 3ª. | |
| | P= | 66.0 | 65.8 | | 65.9 | 65.9 | 67.5 | | 67.7 | 67.6 | 67.6 | |
| H= | | | | 93.1 | | | | 93.1 | | | | 93.1 |
| P= | 71.0 | 71.2 | 70.9 | 71.0 | 72.7 | 72.5 | 72.4 | 72.5 | 73.7 | 73.8 | 73.7 | 73.7 |
| H= | | | | 63.0 | | | | 63.0 | | | | 63.0 |
| P= | 70.8 | 71.2 | 70.8 | 70.9 | 73.0 | 72.8 | 72.9 | 72.9 | 74.4 | 74.7 | 74.7 | 74.6 |
| H= | | | | 140.0 | | | | 140.0 | | | | 140.0 |
| P= | 75.2 | 75.0 | 75.8 | 75.3 | 77.2 | 77.0 | 77.3 | 77.2 | 78.5 | 78.2 | 78.2 | 78.3 |
| H= | | | | 155.5 | | | | 155.5 | | | | 155.5 |
| P= | 79.3 | 79.1 | 79.2 | 79.2 | 80.8 | 80.8 | 80.6 | 80.7 | 82.2 | 82.4 | 82.3 | 82.3 |
| H= | | | | 131.0 | | | | 131.0 | | | | 131.0 |
| P= | 86.6 | 87.2 | 87.0 | 86.9 | 88.9 | 88.2 | 88.2 | 88.4 | 90.1 | 90.1 | 90.3 | 90.1 |
| H= | | | | 90.0 | | | | 90.0 | | | | 90.0 |
| P= | 103.0 | 102.0 | 102.2 | 102.4 | 105.4 | 104.4 | 104.4 | 104.7 | 105.5 | 105.5 | 105.5 | 105.5 |

| ÁRBOL # 7 | MEDICIÓN 1995 (cm) | | | PROMEDIO | MEDICIÓN 1996 (cm) | | | PROMEDIO | MEDICIÓN 1998 (cm) | | | PROMEDIO |
|--------------|--------------------------|------|------|----------|--------------------------|------|------|----------|--------------------------|------|------|----------|
| | 1ª. | 2ª. | 3ª. | | 1ª. | 2ª. | 3ª. | | 1ª. | 2ª. | 3ª. | |
| | P= | 51.0 | 51.2 | | 50.8 | 51.0 | 54.8 | | 54.6 | 54.9 | 54.8 | |
| H= | | | | 156.1 | | | | 156.1 | | | | 156.1 |
| P= | 57.3 | 57.4 | 57.1 | 57.3 | 60.6 | 60.4 | 60.6 | 60.5 | 63.8 | 63.9 | 63.0 | 63.6 |
| H= | | | | 143.1 | | | | 143.1 | | | | 143.1 |
| P= | 60.6 | 60.3 | 60.4 | 60.4 | 63.4 | 63.6 | 63.2 | 63.4 | 67.3 | 67.4 | 67.3 | 67.3 |
| H= | | | | 224.2 | | | | 224.2 | | | | 224.2 |
| P= | 79.0 | 77.8 | 78.0 | 78.3 | 79.8 | 79.6 | 79.8 | 79.7 | 84.5 | 83.8 | 83.5 | 83.9 |

| ÁRBOL # 8 | MEDICIÓN 1995 (cm) | | | PROMEDIO | MEDICIÓN 1996 (cm) | | | PROMEDIO | MEDICIÓN 1998 (cm) | | | PROMEDIO |
|--------------|--------------------------|------|------|----------|--------------------------|------|------|----------|--------------------------|------|------|----------|
| | 1ª. | 2ª. | 3ª. | | 1ª. | 2ª. | 3ª. | | 1ª. | 2ª. | 3ª. | |
| P= | 58.0 | 57.8 | 58.0 | 57.9 | 59.1 | 58.8 | 59.1 | 59.0 | 59.1 | 58.9 | 59.0 | 59.0 |
| H= | | | | 127.1 | | | | 127.1 | | | | 127.1 |
| P= | 57.0 | 57.1 | 57.0 | 57.0 | 58.0 | 58.4 | 58.2 | 58.2 | 58.4 | 58.4 | 58.3 | 58.4 |
| H= | | | | 130.1 | | | | 130.1 | | | | 130.1 |
| P= | 60.0 | 58.8 | 59.0 | 58.6 | 59.5 | 59.6 | 59.8 | 59.6 | 59.6 | 59.6 | 59.6 | 59.6 |
| H= | | | | 62.2 | | | | 62.2 | | | | 62.2 |
| P= | 60.7 | 60.8 | 60.7 | 60.7 | 61.6 | 61.6 | 61.6 | 61.6 | 62.1 | 62.0 | 62.0 | 62.0 |
| H= | | | | 114.0 | | | | 114.0 | | | | 114.0 |
| P= | 67.2 | 66.4 | 67.0 | 66.9 | 67.0 | 67.0 | 67.1 | 67.0 | 67.0 | 66.8 | 66.8 | 66.9 |

| ÁRBOL # 9 | MEDICIÓN 1995 (cm) | | | PROMEDIO | MEDICIÓN 1996 (cm) | | | PROMEDIO | MEDICIÓN 1998 (cm) | | | PROMEDIO |
|--------------|--------------------------|-------|-------|----------|--------------------------|-------|-------|----------|--------------------------|-------|-------|----------|
| | 1ª. | 2ª. | 3ª. | | 1ª. | 2ª. | 3ª. | | 1ª. | 2ª. | 3ª. | |
| P= | 156.0 | 156.3 | 156.6 | 156.3 | 157.2 | 157.1 | 157.2 | 157.0 | 157.0 | 157.2 | 157.9 | 157.3 |
| H= | | | | 232.2 | | | | 232.2 | | | | 232.2 |
| P= | 156.8 | 158.1 | 157.5 | 157.5 | 157.1 | 157.0 | 157.2 | 157.1 | 158.3 | 158.4 | 158.4 | 158.4 |
| H= | | | | 199.9 | | | | 199.9 | | | | 199.9 |
| P= | 166.4 | 166.5 | 166.0 | 166.3 | 167.5 | 167.7 | 167.4 | 167.5 | 168.2 | 168.8 | 168.5 | 168.5 |
| H= | | | | 174.2 | | | | 174.2 | | | | 174.2 |
| P= | 180.0 | 180.2 | 179.8 | 180.0 | 180.4 | 180.8 | 180.4 | 180.4 | 180.5 | 181.3 | 181.3 | 181.3 |
| H= | | | | 135.1 | | | | 135.1 | | | | 135.1 |
| P= | 194.4 | 194.5 | 195.4 | 194.8 | 194.1 | 193.6 | 194.0 | 193.9 | 195.8 | 196.0 | 195.9 | 195.9 |
| H= | | | | 174.0 | | | | 174.0 | | | | 174.0 |
| P= | 252.0 | 245.0 | 248.0 | 248.3 | 249.8 | 248.8 | 250.8 | 249.8 | 276.8 | 276.0 | 271.8 | 274.8 |

| ÁRBOL # 10 | MEDICIÓN 1995 (cm) | | | PROMEDIO | MEDICIÓN 1996 (cm) | | | PROMEDIO | MEDICIÓN 1998 (cm) | | | PROMEDIO |
|---------------|--------------------------|------|------|----------|--------------------------|------|------|----------|--------------------------|------|------|----------|
| | 1ª. | 2ª. | 3ª. | | 1ª. | 2ª. | 3ª. | | 1ª. | 2ª. | 3ª. | |
| | P= | 26.8 | 26.9 | | 27.2 | 27.0 | 27.5 | | 27.5 | 27.4 | 27.4 | |
| H= | | | | 126.6 | | | | 126.6 | | | | 126.6 |
| P= | 29.2 | 29.6 | 29.4 | 29.4 | 29.8 | 29.8 | 29.6 | 29.7 | 30.2 | 30.1 | 30.1 | 30.1 |
| H= | | | | 200.6 | | | | 200.6 | | | | 200.6 |
| P= | 34.0 | 33.8 | 33.9 | 33.9 | 35.3 | 35.5 | 36.5 | 36.0 | 35.2 | 35.2 | 35.2 | 35.2 |
| H= | | | | 129.8 | | | | 129.8 | | | | 129.8 |
| P= | 35.2 | 35.4 | 35.5 | 36.7 | 36.2 | 36.3 | 36.4 | 36.3 | 37.8 | 38.0 | 37.8 | 37.9 |
| H= | | | | 47.6 | | | | 47.6 | | | | 47.6 |
| P= | 36.7 | 36.8 | 36.7 | 36.7 | 37.9 | 38.0 | 37.8 | 37.9 | 39.3 | 39.6 | 39.2 | 39.4 |
| H= | | | | 50.0 | | | | 50.0 | | | | 50.0 |
| P= | 41.3 | 41.9 | 41.7 | 41.6 | 42.0 | 42.3 | 42.2 | 42.2 | 42.4 | 42.2 | 42.2 | 42.2 |

**B. Cálculo del promedio del incremento en diámetro (D) obtenido en 10 árboles de *Guarea grandifolia*
A. DC. medidos a diferentes alturas (H).**

| ÁRBOL #1 | ALTURA (cm) | DIÁMETRO 1995 (cm) | DIÁMETRO 1996 (cm) | INCREMENTO (367 DÍAS) 1995-1996 (cm) | DIÁMETRO 1998 (cm) | INCREMENTO (677 DÍAS) 1996-1998 (cm) | AJUSTE DE INCREMENTO (365 DÍAS 1996-1997) (cm) |
|-----------------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--|
| D= | | 22.94 | 23.58 | 0.64 | 23.25 | | |
| H= | 96.0 | | | | | | |
| D= | | 23.86 | 24.13 | 0.27 | 24.22 | 0.10 | 0.05 |
| H= | 64.7 | | | | | | |
| D= | | 23.72 | 23.98 | 0.25 | 24.23 | 0.25 | 0.14 |
| H= | 61.6 | | | | | | |
| D= | | 24.18 | 24.53 | 0.35 | 24.70 | 0.17 | 0.09 |
| H= | 101.0 | | | | | | |
| D= | | 25.21 | 25.50 | 0.08 | 25.58 | 0.29 | 0.15 |
| H= | 129.1 | | | | | | |
| D= | | 26.67 | 26.94 | 0.27 | 27.14 | 0.20 | 0.11 |
| H= | 152.0 | | | | | | |
| D= | | 28.44 | 28.72 | 0.29 | 28.88 | 0.16 | 0.09 |
| H= | 126.5 | | | | | | |
| D= | | 32.02 | 32.28 | 0.25 | 32.30 | 0.02 | 0.01 |
| PROMEDIO | | 25.88 | 26.18 | 0.30 | 26.28 | 0.17 | 0.09 |

| ÁRBOL #2 | ALTURA (cm) | DIÁMETRO 1995 (cm) | DIÁMETRO 1996 (cm) | INCREMENTO (367 DÍAS) 1995-1996 (cm) | DIÁMETRO 1998 (cm) | INCREMENTO (677 DÍAS) 1996-1998 (cm) | AJUSTE INCREMENTO (365 DÍAS 1996-1997) (cm) |
|----------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|---|
| D= | | 62.11 | 61.77 | | 62.00 | 0.22 | 0.12 |
| H= | 150.0 | | | | | | |
| D= | | 60.10 | 60.37 | 0.28 | 60.35 | | |
| H= | 160.0 | | | | | | |
| D= | | 60.63 | 60.89 | 0.27 | 61.10 | 0.21 | 0.11 |
| H= | 165.0 | | | | | | |
| D= | | 63.09 | 63.27 | 0.18 | 63.40 | 0.13 | 0.07 |
| H= | 227.0 | | | | | | |
| D= | | 72.51 | 73.24 | 0.73 | 75.45 | 2.21 | 1.19 |
| PROMEDIO | | 63.69 | 63.91 | 0.36 | 64.46 | 0.69 | 0.37 |

| ÁRBOL #3 | ALTURA (cm) | DIÁMETRO 1995 (cm) | DIÁMETRO 1996 (cm) | INCREMENTO (367 DÍAS) 1995-1996 (cm) | DIÁMETRO 1998 (cm) | INCREMENTO (677 DÍAS) 1996-1998 (cm) | AJUSTE INCREMENTO (365 DÍAS 1996-1997) (cm) |
|----------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|---|
| D= | | 7.80 | 8.17 | 0.37 | 8.60 | 0.44 | 0.23 |
| H= | 84.0 | | | | | | |
| D= | | 8.28 | 8.84 | 0.56 | 8.38 | | |
| H= | 73.0 | | | | | | |
| D= | | 8.24 | 8.58 | 0.34 | 9.04 | 0.46 | 0.25 |
| H= | 115.0 | | | | | | |
| D= | | 9.50 | 9.72 | 0.22 | 10.49 | 0.77 | 0.42 |
| H= | 127.0 | | | | | | |
| D= | | 11.45 | 11.87 | 0.40 | 12.32 | 0.45 | 0.24 |
| PROMEDIO | | 9.06 | 9.43 | 0.38 | 9.76 | 0.53 | 0.28 |

| ÁRBOL #4 | ALTURA (cm) | DIÁMETRO 1995 (cm) | DIÁMETRO 1996 (cm) | INCREMENTO (367 DÍAS) 1995-1996 (cm) | DIÁMETRO 1998 (cm) | INCREMENTO (677 DÍAS) 1996-1998 (cm) | AJUSTE DE INCREMENTO (365 DÍAS 1996-1997) (cm) |
|----------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--|
| D= | | 51.66 | 52.08 | 0.41 | 52.47 | 0.39 | 0.21 |
| H= | 195.2 | | | | | | |
| D= | | 53.95 | 54.01 | 0.05 | 54.54 | 0.53 | 0.29 |
| H= | 200.0 | | | | | | |
| D= | | 56.13 | 55.51 | | 55.81 | 0.30 | 0.16 |
| H= | 152.1 | | | | | | |
| D= | | 57.40 | 57.95 | 0.55 | 58.07 | 0.12 | 0.06 |
| H= | 250.0 | | | | | | |
| D= | | 75.57 | 75.44 | | 83.49 | 8.05 | 4.34 |
| PROMEDIO | | 58.94 | 58.99 | 0.34 | 60.47 | 1.87 | 1.01 |

| ÁRBOL #5 | ALTURA (cm) | DIÁMETRO 1995 (cm) | DIÁMETRO 1996 (cm) | INCREMENTO (367 DÍAS) 1995-1996 (cm) | DIÁMETRO 1998 (cm) | INCREMENTO (677 DÍAS) 1996-1998 (cm) | AJUSTE DE INCREMENTO (365 DÍAS 1996-1997) (cm) |
|----------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--|
| D= | | 60.16 | 60.33 | 0.17 | 60.30 | | |
| H= | 105.0 | | | | | | |
| D= | | 59.97 | 60.01 | 0.04 | 61.88 | 1.87 | 1.01 |
| H= | 115.4 | | | | | | |
| D= | | 58.43 | 58.80 | 0.37 | 59.18 | 0.38 | 0.21 |
| H= | 210.0 | | | | | | |
| D= | | 64.21 | 64.20 | | 64.47 | 0.27 | 0.14 |
| H= | 267.0 | | | | | | |
| D= | | 81.90 | 82.25 | 0.35 | 91.54 | 9.28 | 5.01 |
| PROMEDIO | | 64.94 | 65.11 | 0.23 | 67.47 | 2.95 | 1.59 |

| ÁRBOL #6 | ALTURA (cm) | DIÁMETRO 1995 (cm) | DIÁMETRO 1996 (cm) | INCREMENTO (367 DÍAS) 1995-1996 (cm) | DIÁMETRO 1998 (cm) | INCREMENTO (677 DÍAS) 1996-1998 (cm) | AJUSTE DE INCREMENTO (365 DÍAS 1996-1997) (cm) |
|----------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--|
| D= | | 20.98 | 21.52 | 0.54 | 21.83 | 0.31 | 0.17 |
| H= | 93.1 | | | | | | |
| D= | | 22.61 | 23.10 | 0.49 | 23.47 | 0.37 | 0.20 |
| H= | 63.0 | | | | | | |
| D= | | 22.58 | 23.20 | 0.63 | 23.75 | 0.54 | 0.29 |
| H= | 140.0 | | | | | | |
| D= | | 23.98 | 24.56 | 0.58 | 24.92 | 0.36 | 0.19 |
| H= | 155.5 | | | | | | |
| D= | | 25.21 | 25.70 | 0.49 | 26.20 | 0.50 | 0.27 |
| H= | 131.0 | | | | | | |
| D= | | 27.67 | 28.21 | 0.54 | 28.70 | 0.49 | 0.26 |
| H= | 98.0 | | | | | | |
| D= | | 32.59 | 33.24 | 0.74 | 33.58 | 0.24 | 0.13 |
| PROMEDIO | | 25.09 | 25.66 | 0.57 | 26.06 | 0.40 | 0.22 |

| ÁRBOL #7 | ALTURA (cm) | DIÁMETRO 1995 (cm) | DIÁMETRO 1996 (cm) | INCREMENTO (367 DÍAS) 1996-1996 (cm) | DIÁMETRO 1998 (cm) | INCREMENTO (677 DÍAS) 1996-1998 (cm) | AJUSTE DE INCREMENTO (365 DÍAS 1996-1997) (cm) |
|----------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--|
| D= | | 16.23 | 17.43 | 1.20 | 18.58 | 1.15 | 0.62 |
| H= | 156.1 | | | | | | |
| D= | | 18.23 | 19.27 | 1.04 | 20.23 | 0.97 | 0.52 |
| H= | 143.1 | | | | | | |
| D= | | 19.24 | 20.18 | 0.94 | 21.43 | 1.25 | 0.68 |
| H= | 224.2 | | | | | | |
| D= | | 24.91 | 25.40 | 0.49 | 26.72 | 1.32 | 0.71 |
| PROMEDIO | | 19.65 | 20.57 | 0.92 | 21.74 | 1.17 | 0.63 |

| ÁRBOL #8 | ALTURA (cm) | DIÁMETRO 1995 (cm) | DIÁMETRO 1996 (cm) | INCREMENTO (367 DÍAS) 1995-1996 (cm) | DIÁMETRO 1998 (cm) | INCREMENTO (677 DÍAS) 1996-1998 (cm) | AJUSTE DE INCREMENTO (365 DÍAS 1996-1997) (cm) |
|----------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--|
| D= | | 18.44 | 18.78 | 0.34 | 18.78 | 0.00 | 0.00 |
| H= | 127.1 | | | | | | |
| D= | | 18.15 | 18.53 | 0.37 | 18.58 | 0.05 | 0.03 |
| H= | 130.1 | | | | | | |
| D= | | 18.78 | 18.98 | 0.20 | 18.97 | | |
| H= | 62.2 | | | | | | |
| D= | | 19.33 | 19.61 | 0.28 | 19.75 | 0.14 | 0.07 |
| H= | 114.0 | | | | | | |
| D= | | 21.28 | 21.34 | 0.05 | 21.28 | | |
| PROMEDIO | | 19.20 | 19.49 | 0.25 | 19.47 | 0.09 | 0.03 |

| ÁRBOL #9 | ALTURA (cm) | DIÁMETRO 1995 (cm) | DIÁMETRO 1996 (cm) | INCREMENTO (367 DÍAS) 1995-1996 (cm) | DIÁMETRO 1998 (cm) | INCREMENTO (677 DÍAS) 1996-1998 (cm) | AJUSTE DE INCREMENTO (365 DÍAS 1996-1997) (cm) |
|----------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--|
| D= | | 49.75 | 50.03 | 0.28 | 50.09 | 0.06 | 0.03 |
| H= | 232.2 | | | | | | |
| D= | | 50.12 | 50.01 | | 50.41 | 0.40 | 0.22 |
| H= | 199.9 | | | | | | |
| D= | | 52.93 | 53.33 | 0.39 | 53.64 | 0.31 | 0.17 |
| H= | 174.2 | | | | | | |
| D= | | 57.30 | 57.47 | 0.17 | 57.73 | 0.27 | 0.14 |
| H= | 135.1 | | | | | | |
| D= | | 62.01 | 61.72 | | 62.36 | 0.64 | 0.34 |
| H= | 173.6 | | | | | | |
| D= | | 79.05 | 79.51 | 0.47 | 87.49 | 7.98 | 4.30 |
| PROMEDIO | | 58.53 | 58.67 | 0.33 | 60.28 | 1.61 | 0.87 |

| ÁRBOL #10 | ALTURA (cm) | DIÁMETRO 1995 (cm) | DIÁMETRO 1996 (cm) | INCREMENTO (367 DÍAS) 1995-1996 (cm) | DIÁMETRO 1998 (cm) | INCREMENTO (677 DÍAS) 1996-1998 (cm) | AJUSTE DE INCREMENTO (365 DÍAS 1996-1997) (cm) |
|-----------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--|
| D= | | 8.58 | 8.74 | 0.16 | 9.00 | 0.25 | 0.14 |
| H= | 126.6 | | | | | | |
| D= | | 9.36 | 9.46 | 0.11 | 9.59 | 0.13 | 0.07 |
| H= | 200.6 | | | | | | |
| D= | | 10.79 | 11.29 | 0.50 | 11.20 | | |
| H= | 129.8 | | | | | | |
| D= | | 11.26 | 11.55 | 0.30 | 12.05 | 0.50 | 0.27 |
| H= | 47.6 | | | | | | |
| D= | | 11.69 | 12.06 | 0.37 | 12.53 | 0.47 | 0.25 |
| H= | 50.5 | | | | | | |
| D= | | 13.25 | 13.44 | 0.19 | 13.45 | 0.01 | 0.01 |
| PROMEDIO | | 10.82 | 11.09 | 0.27 | 11.30 | 0.27 | 0.15 |

**C. Cálculo del diámetro de vasos de 5 árboles de *Guarea grandifolia*
A. DC. con respecto a la distancia al cambium.**

| ÁRBOL #1 | DIÁMETRO DE VASO (μm) | DISTANCIA AL CAMBIUM (μm) (mm) | |
|----------------|---------------------------------------|---|----------|
| RAYO #1 | 160.50 | 494.00 | 0.49400 |
| | | | |
| RAYO #2 | 185.25 | 827.47 | 0.82747 |
| | 160.55 | 1914.25 | 1.91425 |
| | 185.25 | 2939.30 | 2.93930 |
| | 185.25 | 3458.00 | 3.45800 |
| | 139.55 | 4569.50 | 4.56950 |
| | 111.15 | 5396.95 | 5.39695 |
| | 172.90 | 5977.40 | 5.97740 |
| | 135.85 | 7113.60 | 7.11360 |
| | 135.85 | 7694.05 | 7.69405 |
| | 191.42 | 8286.85 | 8.28685 |
| | 123.50 | 9274.85 | 9.27485 |
| | 142.02 | 10756.85 | 10.75685 |
| | 172.90 | 11534.90 | 11.53490 |
| | 172.90 | 11905.40 | 11.90540 |
| | | | |
| RAYO #3 | 111.15 | 1407.90 | 1.40790 |
| | 222.30 | 2420.60 | 2.42060 |
| | 185.25 | 3816.15 | 3.81615 |
| | 185.25 | 6508.45 | 6.50845 |
| | 222.30 | 8620.30 | 8.62030 |
| | 123.50 | 9064.90 | 9.06490 |
| | 135.85 | 9731.80 | 9.73180 |
| | 247.00 | 10324.60 | 10.32460 |
| | 148.20 | 10571.60 | 10.57160 |
| | 185.25 | 11645.05 | 11.64505 |
| | | | |
| RAYO #4 | 185.25 | 543.40 | 0.54340 |
| | 123.50 | 4149.60 | 4.14960 |
| | 160.55 | 6002.10 | 6.00210 |
| | 209.95 | 7548.85 | 7.54885 |
| | | | |
| RAYO #5 | 191.42 | 2136.55 | 2.13655 |
| | 160.55 | 2593.50 | 2.59350 |
| | 185.25 | 3211.00 | 3.21100 |
| | 135.85 | 4977.05 | 4.97705 |
| | 135.85 | 5384.60 | 5.38460 |

| | | | |
|-----------------|--------|----------|----------|
| RAYO #6 | 148.20 | 1099.15 | 1.09915 |
| | 86.45 | 4124.90 | 4.12490 |
| | 185.25 | 6990.10 | 6.99010 |
| | 172.90 | 7854.60 | 7.85460 |
| | 185.25 | 9583.60 | 9.58360 |
| | 148.20 | 12016.55 | 12.01655 |
| RAYO #7 | 188.95 | 370.50 | 0.37050 |
| | 123.50 | 765.20 | 0.76520 |
| | 160.50 | 8916.20 | 8.91620 |
| RAYO #8 | 172.90 | 1494.35 | 1.49435 |
| | 185.25 | 2605.85 | 2.60585 |
| | 129.67 | 4520.10 | 4.52010 |
| | 148.20 | 9892.35 | 9.89235 |
| | 148.20 | 12794.60 | 12.79460 |
| RAYO #9 | 148.20 | 555.75 | 0.55575 |
| | 123.50 | 741.00 | 0.74100 |
| | 160.55 | 3865.55 | 3.86555 |
| | 148.20 | 5100.55 | 5.10055 |
| | 142.02 | 5829.20 | 5.82920 |
| | 185.25 | 7224.75 | 7.22475 |
| | 148.20 | 8076.90 | 8.07690 |
| | 228.47 | 9064.90 | 9.06490 |
| | 180.31 | 11374.35 | 11.37435 |
| RAYO #10 | 142.02 | 209.95 | 0.20995 |
| | 197.60 | 1333.80 | 1.33380 |
| | 111.15 | 1605.50 | 1.60550 |
| | 148.20 | 2902.25 | 2.90225 |

| ÁRBOL #2 | DIÁMETRO DE VASO (μm) | DISTANCIA AL CAMBIUM (μm) (mm) | |
|-----------------|---|--|---------|
| RAYO #1 | 74.10 | 37.05 | 0.03705 |
| | 160.55 | 592.80 | 0.59280 |
| | 160.55 | 1136.20 | 1.13820 |
| | 135.85 | 1519.05 | 1.51905 |
| | 216.12 | 2667.6 | 2.66760 |
| | 123.50 | 4878.25 | 4.87825 |

| | | | |
|----------------|--------|----------|----------|
| | 172.90 | 5915.65 | 5.91565 |
| | 155.61 | 7298.85 | 7.29885 |
| | 135.85 | 10583.95 | 10.58395 |
| | 135.85 | 11077.95 | 11.07795 |
| | | | |
| RAYO #2 | 123.50 | 2346.50 | 2.34650 |
| | 160.55 | 2741.70 | 2.74170 |
| | 172.90 | 3618.55 | 3.61855 |
| | 154.37 | 4297.80 | 4.29780 |
| | 123.50 | 6137.95 | 6.13795 |
| | 135.85 | 9719.45 | 9.71945 |
| | 117.32 | 10299.9 | 10.29990 |
| | 135.85 | 10929.75 | 10.92975 |
| | | | |
| RAYO #3 | 160.55 | 271.70 | 0.27170 |
| | 123.50 | 1457.30 | 1.45730 |
| | 148.20 | 1901.90 | 1.90190 |
| | 148.20 | 3248.05 | 3.24805 |
| | 135.85 | 4631.25 | 4.63125 |
| | 180.31 | 5434.00 | 5.43400 |
| | 123.50 | 6977.75 | 6.97775 |
| | 142.02 | 9163.70 | 9.16370 |
| | 86.45 | 10571.60 | 10.57160 |
| | 160.55 | 12646.40 | 12.64640 |
| | | | |
| RAYO #4 | 209.95 | 1123.85 | 1.12385 |
| | 135.85 | 6631.95 | 6.63195 |
| | 135.85 | 13745.55 | 13.74555 |
| | | | |
| RAYO #5 | 123.50 | 555.75 | 0.55575 |
| | 172.90 | 1667.25 | 1.66725 |
| | 135.85 | 3532.10 | 3.53210 |
| | 148.20 | 4952.35 | 4.95235 |
| | 111.15 | 5755.10 | 5.75510 |
| | 160.55 | 8225.10 | 8.22510 |
| | 148.20 | 9954.10 | 9.95410 |
| | 123.50 | 13609.7 | 13.60970 |
| | | | |
| RAYO #6 | 123.50 | 469.30 | 0.46930 |
| | 142.02 | 1753.7 | 1.75370 |
| | 148.20 | 3186.3 | 3.18630 |
| | | | |
| RAYO #7 | 172.90 | 716.3 | 0.71630 |
| | 172.90 | 2297.1 | 2.29710 |
| | 185.25 | 2902.25 | 2.90225 |

| | | | |
|-----------------|--------|----------|----------|
| | 135.85 | 3519.75 | 3.51975 |
| | 209.95 | 4569.5 | 4.56950 |
| | 81.51 | 6372.6 | 6.37260 |
| | 123.50 | 8163.35 | 8.16335 |
| | | | |
| RAYO # 8 | 111.15 | 197.60 | 0.19760 |
| | 129.67 | 1642.55 | 1.64255 |
| | 135.85 | 2161.25 | 2.16125 |
| | 160.55 | 3569.15 | 3.56915 |
| | 209.95 | 5187.00 | 5.18700 |
| | 135.85 | 6718.40 | 6.71840 |
| | 111.15 | 8200.40 | 8.20040 |
| | 111.15 | 8941.40 | 8.94140 |
| | 123.50 | 11213.80 | 11.21380 |
| | 172.90 | 15079.35 | 15.07935 |
| | 209.95 | 15845.05 | 15.84505 |
| | | | |
| RAYO # 9 | 160.55 | 370.50 | 0.37050 |
| | 197.60 | 2519.40 | 2.51940 |
| | 160.55 | 2988.70 | 2.98870 |
| | 129.67 | 5458.70 | 5.45870 |
| | 123.5 | 6125.60 | 6.12560 |
| | 135.85 | 9546.55 | 9.54655 |
| | 172.90 | 10225.8 | 10.22580 |
| | 117.32 | 12041.25 | 12.04125 |
| | 123.50 | 12597.00 | 12.59700 |
| | 197.60 | 13325.65 | 13.32565 |
| | 172.90 | 14560.65 | 14.56065 |
| | | | |
| RAYO #10 | 135.85 | 839.80 | 0.83980 |
| | 148.20 | 1593.15 | 1.59315 |
| | 142.02 | 2531.75 | 2.53175 |
| | 162.55 | 4001.40 | 4.00140 |
| | 160.55 | 4915.30 | 4.91530 |
| | 166.72 | 5779.80 | 5.77980 |
| | 148.20 | 6681.35 | 6.68135 |
| | 148.20 | 7990.45 | 7.99045 |
| | 166.72 | 9262.50 | 9.26250 |

| ÁRBOL #3 | DIÁMETRO DE VASO (μm) | DISTANCIA AL CAMBIUM (μm) | |
|-----------------|---|---|-------------|
| RAYO # 1 | | | (mm) |
| | 123.50 | 308.75 | 0.30875 |
| | 62.62 | 2124.20 | 2.12420 |

| | | | |
|-----------------|--------|----------|----------|
| | 160.55 | 2494.70 | 2.49470 |
| | 111.15 | 2902.25 | 2.90225 |
| | 111.15 | 3877.90 | 3.87790 |
| | 148.20 | 4273.10 | 4.27310 |
| | 123.50 | 6372.60 | 6.37260 |
| | 148.20 | 8151.00 | 8.15100 |
| | 115.26 | 10225.80 | 10.22580 |
| | 129.67 | 11781.90 | 11.78190 |
| | | | |
| RAYO # 2 | 117.32 | 1272.05 | 1.27205 |
| | 111.15 | 3643.25 | 6.34325 |
| | 148.20 | 4038.45 | 4.03845 |
| | 123.50 | 5224.05 | 5.22405 |
| | 148.20 | 7360.60 | 7.36060 |
| | 148.20 | 9472.45 | 9.47245 |
| | 86.45 | 10929.75 | 10.92975 |
| | | | |
| RAYO # 3 | 135.85 | 1716.65 | 1.71665 |
| | 135.85 | 3964.30 | 3.96430 |
| | 92.62 | 4001.35 | 4.00135 |
| | | | |
| RAYO # 4 | 104.97 | 617.50 | 0.61750 |
| | 160.55 | 2581.15 | 2.58115 |
| | 135.85 | 4063.15 | 4.06315 |
| | 92.62 | 4100.20 | 4.10020 |
| | 160.55 | 4964.70 | 4.96470 |
| | 123.50 | 6483.75 | 6.48375 |
| | 123.50 | 8138.65 | 8.13865 |
| | | | |
| RAYO # 5 | 98.80 | 1062.10 | 1.06210 |
| | 135.85 | 3779.10 | 3.77910 |
| | 123.50 | 6780.15 | 6.78015 |
| | | | |
| RAYO # 6 | 148.20 | 753.35 | 0.75335 |
| | 98.80 | 2976.35 | 2.97635 |
| | 148.20 | 6175.00 | 6.17500 |
| | 123.50 | 6706.05 | 6.70605 |
| | 79.80 | 8830.25 | 8.83025 |
| | 129.67 | 10250.50 | 10.25050 |
| | 123.50 | 12140.05 | 12.14005 |
| | | | |
| RAYO # 7 | 86.45 | 271.70 | 0.27170 |
| | 148.20 | 1383.20 | 1.38320 |
| | 135.85 | 3792.05 | 3.74205 |
| | 98.80 | 4532.45 | 4.53245 |

| | | | |
|------------------|--------|---------|---------|
| | 111.15 | 4742.40 | 4.74240 |
| | 98.80 | 4841.20 | 4.84120 |
| | 111.15 | 8879.69 | 8.87969 |
| | | | |
| RAYO # 8 | 123.50 | 1729.00 | 1.72900 |
| | 123.50 | 1815.45 | 1.81545 |
| | 148.20 | 2346.50 | 2.34650 |
| | 160.55 | 5434.00 | 5.43400 |
| | 111.15 | 6360.25 | 6.36025 |
| | 111.15 | 8830.25 | 8.83025 |
| | 135.85 | 9818.25 | 9.81825 |
| | | | |
| RAYO #9 | 135.85 | 185.25 | 0.18525 |
| | 61.75 | 3495.05 | 3.49505 |
| | 111.15 | 4075.50 | 4.07550 |
| | 104.97 | 4199.00 | 4.19900 |
| | 65.45 | 5434.00 | 5.43400 |
| | 123.50 | 7879.30 | 7.87930 |
| | 148.20 | 8867.30 | 8.86730 |
| | | | |
| RAYO # 10 | 148.20 | 358.15 | 0.35815 |
| | 111.15 | 506.35 | 0.50635 |
| | 148.20 | 2494.70 | 2.49470 |

| ÁRBOL # 7 | DIÁMETRO DE VASO | DISTANCIA AL CAMBIUM | |
|------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------|
| | | (um) | (mm) |
| RAYO #1 | 197.60 | 494.00 | 0.49400 |
| | 145.11 | 876.85 | 0.87685 |
| | 86.45 | 2235.35 | 2.23535 |
| | 135.85 | 2988.70 | 2.98870 |
| | 154.37 | 3853.20 | 3.85320 |
| | 123.50 | 4557.15 | 4.55715 |
| | | | |
| RAYO #2 | 148.20 | 3285.10 | 3.28510 |
| | 148.20 | 6397.30 | 6.39730 |
| | 123.50 | 7521.15 | 7.52115 |
| | 148.20 | 9423.05 | 9.42305 |
| | | | |
| RAYO #3 | 142.02 | 2309.45 | 2.30945 |
| | 148.20 | 5409.30 | 5.40930 |
| | 98.80 | 6409.65 | 6.40965 |
| | 91.39 | 7397.65 | 7.39765 |
| | 135.85 | 7792.85 | 7.79285 |

| | | | |
|-----------------|--------|----------|----------|
| | 160.55 | 8435.05 | 8.43505 |
| | 111.55 | 10559.25 | 10.55925 |
| RAYO #4 | 160.55 | 308.75 | 0.30875 |
| | 111.15 | 4544.80 | 4.54480 |
| | 98.80 | 5409.30 | 5.40930 |
| RAYO #5 | 148.20 | 4063.15 | 4.06315 |
| | 160.55 | 8015.15 | 8.01515 |
| RAYO #6 | 148.20 | 2877.55 | 2.87755 |
| | 135.55 | 3519.75 | 3.51975 |
| | 111.15 | 6631.95 | 6.63195 |
| | 98.80 | 7163.00 | 7.16300 |
| RAYO #7 | 222.30 | 1309.10 | 1.30910 |
| | 148.20 | 4804.15 | 4.80415 |
| RAYO #8 | 135.85 | 123.50 | 0.12350 |
| | 49.40 | 308.75 | 0.30875 |
| | 123.50 | 2507.05 | 2.50705 |
| | 154.37 | 3173.95 | 3.17395 |
| RAYO #9 | 142.02 | 555.75 | 0.55575 |
| | 166.72 | 8459.75 | 8.45975 |
| | 172.90 | 9101.95 | 9.10195 |
| | 148.20 | 9781.20 | 9.78120 |
| RAYO #10 | 148.20 | 1284.40 | 1.28440 |
| | 148.20 | 5619.25 | 5.61925 |
| | 135.85 | 6459.05 | 6.45905 |
| | 172.90 | 7101.25 | 7.10125 |
| | 148.20 | 7780.50 | 7.78050 |

| ÁRBOL #8 | DIÁMETRO DE VASO (μm) | DISTANCIA AL CAMBIUM | |
|-----------------|--|-----------------------------------|-------------|
| | | (μm) | (mm) |
| RAYO #1 | 98.80 | 271.70 | 0.27170 |
| | 160.55 | 1827.80 | 1.82780 |
| | 160.55 | 2667.60 | 2.66760 |
| RAYO #2 | 172.90 | 2198.30 | 2.19830 |
| | 148.20 | 5174.65 | 5.17465 |
| | 133.50 | 5446.35 | 5.44635 |

| | | | |
|-----------------|--------|----------|----------|
| | 172.90 | 6533.15 | 6.53315 |
| | 172.90 | 7718.75 | 7.71875 |
| | | | |
| RAYO # 3 | 111.15 | 247.00 | 0.24700 |
| | 196.70 | 555.75 | 0.55575 |
| | 197.60 | 1444.95 | 1.44495 |
| | 135.85 | 2494.70 | 2.49470 |
| | 185.25 | 4371.90 | 4.37190 |
| | 172.90 | 7175.35 | 7.17535 |
| | 172.90 | 8360.95 | 8.36095 |
| | 160.55 | 9497.15 | 9.49715 |
| | 172.90 | 10176.40 | 10.17640 |
| | 111.15 | 10868.00 | 10.86800 |
| | 135.85 | 11115.00 | 11.11500 |
| | | | |
| RAYO #4 | 172.90 | 4631.25 | 4.65125 |
| | 172.90 | 8645.00 | 8.64500 |
| | 172.90 | 9324.25 | 9.32425 |
| | | | |
| RAYO #5 | 86.45 | 345.80 | 0.34580 |
| | 135.85 | 1358.50 | 1.35850 |
| | 148.20 | 2630.55 | 2.63055 |
| | 185.25 | 7200.05 | 7.20005 |
| | 172.90 | 10460.45 | 10.46045 |
| | | | |
| RAYO #6 | 148.20 | 790.40 | 0.79040 |
| | 135.85 | 3914.95 | 3.91495 |
| | 160.55 | 6743.10 | 6.74310 |
| | 112.40 | 8953.75 | 8.95375 |
| | 160.55 | 9497.15 | 9.49715 |
| | | | |
| RAYO #7 | 104.97 | 2185.95 | 2.18595 |
| | 172.90 | 6841.90 | 6.84190 |
| | 123.80 | 9126.65 | 9.12665 |
| | 160.55 | 10596.30 | 10.59630 |
| | | | |
| RAYO #8 | 185.25 | 3285.10 | 3.28510 |
| | 135.85 | 4421.30 | 4.42130 |
| | 172.90 | 5434.00 | 5.43400 |
| | 123.50 | 9077.25 | 9.07725 |
| | 160.55 | 10497.50 | 10.49750 |
| | | | |
| RAYO #9 | 185.25 | 543.40 | 0.54340 |
| | 135.85 | 654.55 | 0.65455 |
| | 172.90 | 4791.80 | 4.79180 |

| | | | |
|-----------------|--------|---------|---------|
| | 154.37 | 5594.55 | 5.59455 |
| | 160.55 | 6582.55 | 6.58255 |
| | 109.65 | 7200.05 | 7.20005 |
| | 108.20 | 7706.40 | 7.70640 |
| | 179.07 | 8533.85 | 8.53385 |
| | | | |
| RAYO #10 | 154.37 | 5359.90 | 5.35990 |
| | 160.55 | 6347.90 | 6.34790 |
| | 209.95 | 6965.40 | 9.96540 |
| | 148.20 | 7471.75 | 7.47175 |
| | 179.07 | 8299.20 | 8.29920 |

D. Resultados obtenidos por el método de gravedad específica en 10 árboles de *Guarea grandifolia* A. DC.

| ÁRBOL # 1 | FECHA DE COLECTA | DENSIDAD (gr / cm ³) | ÁRBOL # 1 | FECHA DE COLECTA | DENSIDAD (gr / cm ³) |
|-----------------|------------------|----------------------------------|-----------------|------------------|----------------------------------|
| NORTE | 19-feb-96 | 0.66 | SUR | 20-jun-96 | 0.66 |
| | 20-jun-96 | 0.72 | | 15-oct-96 | 0.59 |
| | 15-ago-96 | 0.88 | | 15-oct-96 | 0.69 |
| | 19-sep-96 | 0.72 | | 15-nov-96 | 0.90 |
| | 15-oct-96 | 0.88 | | 7-dic-96 | 0.94 |
| | 15-nov-96 | 0.60 | | | |
| ÁRBOL #2 | | | ÁRBOL #2 | | |
| NORTE | 15-abr-96 | 0.70 | SUR | 19-sep-96 | 0.56 |
| | 15-oct-96 | 0.60 | | 7-dic-96 | 0.37 |
| | 15-nov-96 | 0.39 | | | |
| | 7-dic-96 | 0.65 | | | |
| ÁRBOL #3 | | | ÁRBOL #3 | | |
| NORTE | 15-ago-96 | 0.31 | SUR | 15-ene-96 | 0.47 |
| | | | | 20-jun-96 | 0.58 |
| ÁRBOL #4 | | | ÁRBOL #4 | | |
| NORTE | 15-ene-96 | 0.65 | SUR | 20-jun-96 | 0.42 |
| | 7-dic-96 | 0.70 | | 16-jul-96 | 0.52 |
| | | 15-ago-96 | | 0.80 | |
| | | 15-oct-96 | | 0.60 | |
| | | 15-nov-96 | | 0.21 | |
| | | 7-dic-96 | | 0.26 | |
| ÁRBOL #5 | | | ÁRBOL #5 | | |
| NORTE | 15-ene-96 | 0.45 | SUR | 15-abr-96 | 0.72 |
| | 23-may-96 | 0.47 | | 15-ago-96 | 0.50 |
| | 15-ago-96 | 0.38 | | 15-oct-96 | 0.55 |
| | 19-sep-96 | 0.48 | | 15-nov-96 | 0.47 |
| | 15-oct-96 | 0.48 | | | |
| ÁRBOL #6 | | | ÁRBOL #6 | | |
| NORTE | 15-abr-96 | 0.75 | SUR | 15-ene-96 | 0.57 |
| | 19-sep-96 | 0.60 | | 15-abr-96 | 0.85 |
| | | 20-jun-96 | | 0.43 | |
| | | 15-ago-96 | | 0.69 | |
| | | 19-sep-96 | | 0.62 | |
| | | 7-dic-96 | | 0.57 | |

| | | | | | |
|------------------|-----------|------|------------------|-----------|------|
| ÁRBOL #7 | | | ÁRBOL #7 | | |
| NORTE | 15-abr-96 | 0.60 | SUR | 15-nov-96 | 0.09 |
| | 15-ago-96 | 0.57 | | 7-dic-96 | 0.93 |
| | 15-nov-96 | 0.77 | | | |
| ÁRBOL #8 | | | ÁRBOL #8 | | |
| NORTE | 19-feb-96 | 0.54 | SUR | 15-abr-96 | 0.57 |
| | 15-jul-96 | 0.50 | | 20-jun-96 | 0.88 |
| | 7-dic-96 | 0.88 | | 15-ago-96 | 0.82 |
| | | | | 15-nov-96 | 0.63 |
| | | | | 7-dic-96 | 0.56 |
| ÁRBOL #9 | | | ÁRBOL #9 | | |
| NORTE | 15-ene-96 | 0.76 | SUR | 19-feb-96 | 0.60 |
| | 15-abr-96 | 0.9 | | 15-abr-96 | 0.16 |
| | 15-nov-96 | 0.68 | | 16-jul-96 | 0.65 |
| | 07-dic-96 | 0.65 | | 07-dic-96 | 0.62 |
| ÁRBOL #10 | | | ÁRBOL #10 | | |
| NORTE | 23-may-96 | 0.54 | SUR | 15-ene-96 | 0.83 |
| | 15-oct-96 | 0.65 | | 15-oct-96 | 0.69 |
| | 15-nov-96 | 0.61 | | | |

E. Cálculo para obtener la edad de 10 árboles de *Guarea grandifolia* A. DC. a partir de los diámetros obtenidos a diferentes alturas en dos años.

| NO. ÁRBOL | AÑO | DIÁMETRO (cm) | INC. AJUSTADO | LN CREC. REL. | PREDICHO | | | | | PREDICHO | | | |
|-----------|-----|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|-------------|----------------------|-----------|---------------------|-------------|----------------------|-------------|
| | | | | | LN CREC. REL. | EDAD INFERIOR (años) | EDAD (años) | EDAD SUPERIOR (años) | INC. (cm) | 1 AÑO LN CREC. REL. | EDAD (años) | 2 AÑOS LN CREC. REL. | EDAD (años) |
| 3 | 1 | 8.2 | 0.4 | -3.0910 | -3.3772 | 21.2 | 30.0 | 33.7 | 0.279 | -3.1964 | 25.0 | -3.6912 | 41.1 |
| 3 | 1 | 8.6 | 0.3 | -3.2301 | -3.4259 | 22.3 | 31.5 | 35.4 | 0.279 | -3.2450 | 26.3 | -3.7399 | 43.1 |
| 3 | 2 | 8.6 | 0.2 | -3.6025 | -3.4283 | 22.4 | 31.6 | 35.5 | 0.279 | -3.2475 | 26.3 | -3.7423 | 43.2 |
| 10 | 1 | 8.7 | 0.2 | -4.0061 | -3.4440 | 22.8 | 32.1 | 36.1 | 0.279 | -3.2632 | 26.8 | -3.7580 | 43.9 |
| 3 | 1 | 8.8 | 0.6 | -2.7547 | -3.4547 | 23.1 | 32.4 | 36.5 | 0.279 | -3.2739 | 27.0 | -3.7687 | 44.3 |
| 10 | 2 | 9.0 | 0.1 | -4.1826 | -3.4723 | 23.5 | 33.0 | 37.1 | 0.279 | -3.2915 | 27.5 | -3.7863 | 45.1 |
| 3 | 2 | 9.0 | 0.2 | -3.6042 | -3.4769 | 23.6 | 33.1 | 37.3 | 0.279 | -3.2961 | 27.6 | -3.7910 | 45.3 |
| 10 | 1 | 9.5 | 0.1 | -4.4909 | -3.5222 | 24.8 | 34.6 | 39.1 | 0.280 | -3.3414 | 28.9 | -3.8363 | 47.4 |
| 10 | 2 | 9.6 | 0.1 | -4.9397 | -3.5354 | 25.2 | 35.1 | 39.6 | 0.280 | -3.3546 | 29.3 | -3.8495 | 48.0 |
| 3 | 1 | 9.7 | 0.2 | -3.7755 | -3.5485 | 25.6 | 35.5 | 40.1 | 0.280 | -3.3676 | 29.7 | -3.8625 | 48.7 |
| 3 | 2 | 10.5 | 0.4 | -3.2240 | -3.6243 | 27.8 | 38.3 | 43.3 | 0.280 | -3.4435 | 32.0 | -3.9383 | 52.2 |
| 10 | 1 | 11.3 | 0.5 | -3.1198 | -3.6967 | 30.0 | 41.2 | 46.8 | 0.280 | -3.5159 | 34.4 | -4.0107 | 56.3 |
| 10 | 1 | 11.8 | 0.3 | -3.6608 | -3.7197 | 30.8 | 42.1 | 47.7 | 0.280 | -3.5389 | 35.1 | -4.0338 | 57.6 |
| 3 | 1 | 11.9 | 0.4 | -3.3826 | -3.7467 | 31.7 | 43.2 | 49.1 | 0.280 | -3.5659 | 36.1 | -4.0607 | 59.2 |
| 10 | 2 | 12.1 | 0.3 | -3.8029 | -3.7817 | 32.3 | 43.9 | 49.9 | 0.280 | -3.5809 | 36.6 | -4.0757 | 60.1 |
| 10 | 1 | 12.1 | 0.4 | -3.4808 | -3.7625 | 32.3 | 43.9 | 49.9 | 0.280 | -3.5817 | 36.7 | -4.0766 | 60.1 |
| 3 | 2 | 12.3 | 0.2 | -3.9371 | -3.7833 | 33.0 | 44.8 | 50.9 | 0.280 | -3.6025 | 37.4 | -4.0973 | 61.4 |
| 10 | 2 | 12.5 | 0.3 | -3.9077 | -3.8003 | 33.6 | 45.6 | 51.8 | 0.280 | -3.6194 | 38.0 | -4.1143 | 62.4 |
| 10 | 1 | 13.4 | 0.2 | -4.2540 | -3.8702 | 36.3 | 48.8 | 55.8 | 0.280 | -3.6894 | 40.8 | -4.1842 | 66.9 |
| 7 | 1 | 17.4 | 1.2 | -2.6769 | -4.1301 | 48.2 | 63.1 | 72.2 | 0.280 | -3.9492 | 52.6 | -4.4441 | 86.3 |
| 8 | 1 | 18.5 | 0.4 | -3.9097 | -4.1912 | 51.5 | 67.0 | 76.8 | 0.280 | -4.0104 | 55.9 | -4.5052 | 91.7 |
| 7 | 2 | 18.6 | 0.6 | -3.4036 | -4.1941 | 51.6 | 67.2 | 77.0 | 0.280 | -4.0133 | 56.1 | -4.5081 | 91.9 |
| 8 | 1 | 18.8 | 0.3 | -4.0130 | -4.2050 | 52.2 | 67.9 | 77.9 | 0.280 | -4.0241 | 56.7 | -4.5190 | 92.9 |
| 8 | 1 | 19.0 | 0.2 | -4.5450 | -4.2157 | 52.8 | 68.6 | 78.7 | 0.280 | -4.0349 | 57.3 | -4.5297 | 93.9 |
| 7 | 1 | 19.3 | 1.0 | -2.9194 | -4.2308 | 53.7 | 69.8 | 79.9 | 0.280 | -4.0500 | 58.1 | -4.5448 | 95.3 |
| 8 | 1 | 19.6 | 0.3 | -4.2638 | -4.2484 | 54.7 | 70.8 | 81.4 | 0.280 | -4.0676 | 59.1 | -4.5624 | 97.0 |
| 8 | 2 | 19.7 | 0.1 | -5.5817 | -4.2555 | 55.2 | 71.3 | 81.9 | 0.280 | -4.0747 | 59.5 | -4.5695 | 97.6 |
| 7 | 1 | 20.2 | 0.9 | -3.0620 | -4.2775 | 56.5 | 72.9 | 83.8 | 0.280 | -4.0967 | 60.8 | -4.5915 | 99.8 |
| 7 | 2 | 20.2 | 0.5 | -3.6602 | -4.2802 | 56.6 | 73.1 | 84.0 | 0.280 | -4.0993 | 61.0 | -4.5942 | 100.0 |
| 8 | 1 | 21.3 | 0.1 | -5.9969 | -4.3339 | 60.0 | 77.0 | 88.6 | 0.280 | -4.1530 | 64.3 | -4.6479 | 105.4 |
| 7 | 2 | 21.4 | 0.7 | -3.4579 | -4.3384 | 60.3 | 77.4 | 89.0 | 0.280 | -4.1576 | 64.6 | -4.6524 | 105.9 |
| 6 | 1 | 21.5 | 0.5 | -3.8830 | -4.3424 | 60.6 | 77.7 | 89.4 | 0.280 | -4.1616 | 64.8 | -4.6564 | 106.3 |
| 6 | 2 | 21.8 | 0.2 | -4.8795 | -4.3568 | 61.5 | 78.8 | 90.7 | 0.280 | -4.1760 | 65.7 | -4.6708 | 107.8 |
| 6 | 1 | 23.1 | 0.5 | -3.8571 | -4.4143 | 65.5 | 83.3 | 96.0 | 0.280 | -4.2335 | 69.5 | -4.7284 | 114.0 |
| 6 | 1 | 23.2 | 0.6 | -3.6127 | -4.4190 | 65.8 | 83.7 | 96.5 | 0.280 | -4.2382 | 69.8 | -4.7330 | 114.6 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------|-----|---------|---------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|---------|-------|
| 6 | 2 | 23.5 | 0.2 | -4.7641 | -4.4305 | 66.6 | 84.6 | 97.6 | 0.279 | -4.2497 | 70.6 | -4.7446 | 115.9 |
| 1 | 1 | 23.6 | 0.6 | -3.6118 | -4.4351 | 66.9 | 85.0 | 98.0 | 0.279 | -4.2543 | 71.0 | -4.7492 | 116.4 |
| 6 | 2 | 23.7 | 0.3 | -4.3993 | -4.4424 | 67.5 | 85.6 | 98.8 | 0.279 | -4.2616 | 71.5 | -4.7565 | 117.2 |
| 1 | 1 | 24.0 | 0.3 | -4.5451 | -4.4524 | 68.2 | 86.5 | 99.7 | 0.279 | -4.2716 | 72.2 | -4.7664 | 118.4 |
| 1 | 1 | 24.1 | 0.3 | -4.5104 | -4.4587 | 68.7 | 87.0 | 100.4 | 0.279 | -4.2779 | 72.6 | -4.7727 | 119.1 |
| 1 | 2 | 24.2 | 0.1 | -6.1538 | -4.4627 | 69.0 | 87.3 | 100.8 | 0.279 | -4.2819 | 72.9 | -4.7767 | 119.6 |
| 1 | 2 | 24.2 | 0.1 | -5.1734 | -4.4632 | 69.0 | 87.4 | 100.8 | 0.279 | -4.2823 | 72.9 | -4.7772 | 119.6 |
| 1 | 1 | 24.5 | 0.4 | -4.2494 | -4.4756 | 69.9 | 88.4 | 102.1 | 0.279 | -4.2948 | 73.8 | -4.7896 | 121.1 |
| 6 | 1 | 24.8 | 0.6 | -3.7398 | -4.4769 | 70.0 | 88.5 | 102.2 | 0.279 | -4.2961 | 73.9 | -4.7909 | 121.2 |
| 1 | 2 | 24.7 | 0.1 | -5.5980 | -4.4826 | 70.4 | 89.0 | 102.8 | 0.279 | -4.3018 | 74.3 | -4.7966 | 121.9 |
| 6 | 2 | 24.9 | 0.2 | -4.8532 | -4.4918 | 71.1 | 89.8 | 103.7 | 0.279 | -4.3109 | 75.0 | -4.8058 | 123.0 |
| 1 | 1 | 25.3 | 0.1 | -5.6971 | -4.5069 | 72.3 | 91.2 | 105.3 | 0.279 | -4.3260 | 76.1 | -4.8209 | 124.6 |
| 7 | 1 | 25.4 | 0.5 | -3.9521 | -4.5111 | 72.6 | 91.6 | 105.8 | 0.279 | -4.3303 | 76.4 | -4.8252 | 125.3 |
| 1 | 2 | 25.6 | 0.2 | -5.1097 | -4.5184 | 73.2 | 92.2 | 106.5 | 0.279 | -4.3375 | 76.9 | -4.8324 | 126.2 |
| 6 | 1 | 25.7 | 0.5 | -3.9637 | -4.5230 | 73.6 | 92.8 | 107.0 | 0.279 | -4.3422 | 77.3 | -4.8370 | 126.8 |
| 6 | 2 | 26.2 | 0.3 | -4.5792 | -4.5427 | 75.1 | 94.4 | 109.1 | 0.279 | -4.3619 | 78.8 | -4.8567 | 129.2 |
| 7 | 2 | 26.7 | 0.7 | -3.6287 | -4.5628 | 76.8 | 96.3 | 111.3 | 0.279 | -4.3820 | 80.3 | -4.8768 | 131.8 |
| 1 | 1 | 26.9 | 0.3 | -4.6206 | -4.5713 | 77.5 | 97.1 | 112.3 | 0.279 | -4.3905 | 81.0 | -4.8853 | 132.9 |
| 1 | 2 | 27.1 | 0.1 | -5.5203 | -4.5789 | 78.1 | 97.8 | 113.1 | 0.279 | -4.3981 | 81.6 | -4.8930 | 133.9 |
| 6 | 1 | 28.2 | 0.5 | -3.9539 | -4.6187 | 81.5 | 101.6 | 117.7 | 0.278 | -4.4379 | 84.8 | -4.9327 | 139.1 |
| 6 | 2 | 28.7 | 0.3 | -4.6920 | -4.6363 | 83.1 | 103.4 | 119.8 | 0.278 | -4.4555 | 86.3 | -4.9503 | 141.5 |
| 1 | 1 | 28.7 | 0.3 | -4.6078 | -4.6371 | 83.1 | 103.5 | 119.8 | 0.278 | -4.4563 | 86.4 | -4.9511 | 141.6 |
| 1 | 2 | 28.9 | 0.1 | -5.8188 | -4.6428 | 83.6 | 104.0 | 120.5 | 0.278 | -4.4619 | 86.8 | -4.9568 | 142.4 |
| 1 | 1 | 32.3 | 0.3 | -4.8422 | -4.7575 | 94.5 | 116.3 | 135.0 | 0.277 | -4.5767 | 97.0 | -5.0716 | 159.2 |
| 6 | 1 | 33.3 | 0.7 | -3.8041 | -4.7911 | 98.0 | 120.1 | 139.5 | 0.277 | -4.6103 | 100.2 | -5.1051 | 164.4 |
| 6 | 2 | 33.8 | 0.1 | -5.5422 | -4.7987 | 98.8 | 121.0 | 140.6 | 0.277 | -4.6178 | 101.0 | -5.1127 | 165.6 |
| 9 | 1 | 50.0 | 0.3 | -5.2004 | -5.2198 | 153.8 | 181.1 | 211.9 | 0.271 | -5.0390 | 151.1 | -5.5339 | 247.9 |
| 9 | 2 | 50.4 | 0.2 | -5.4483 | -5.2280 | 155.2 | 182.5 | 213.6 | 0.270 | -5.0472 | 152.3 | -5.5421 | 249.8 |
| 4 | 1 | 52.1 | 0.4 | -4.8351 | -5.2631 | 160.9 | 188.6 | 220.9 | 0.270 | -5.0823 | 157.4 | -5.5772 | 258.2 |
| 4 | 2 | 52.5 | 0.2 | -5.5130 | -5.2713 | 162.3 | 190.1 | 222.7 | 0.270 | -5.0904 | 158.6 | -5.5853 | 260.2 |
| 9 | 1 | 53.3 | 0.4 | -4.9115 | -5.2889 | 165.3 | 193.3 | 226.5 | 0.269 | -5.1080 | 161.3 | -5.6029 | 264.6 |
| 9 | 2 | 53.6 | 0.2 | -5.7788 | -5.2951 | 166.4 | 194.4 | 227.8 | 0.269 | -5.1143 | 162.3 | -5.6091 | 266.2 |
| 4 | 1 | 54.0 | 0.1 | -6.9256 | -5.3026 | 167.6 | 195.8 | 229.5 | 0.269 | -5.1218 | 163.4 | -5.6166 | 268.0 |
| 4 | 2 | 54.5 | 0.3 | -5.2506 | -5.3132 | 169.5 | 197.8 | 231.8 | 0.269 | -5.1324 | 165.1 | -5.6273 | 270.7 |
| 4 | 2 | 55.8 | 0.2 | -5.8535 | -5.3384 | 174.0 | 202.5 | 237.5 | 0.268 | -5.1575 | 169.0 | -5.6524 | 277.2 |
| 9 | 1 | 57.5 | 0.2 | -5.8245 | -5.3703 | 179.8 | 208.7 | 244.8 | 0.267 | -5.1895 | 174.2 | -5.6843 | 285.7 |
| 9 | 2 | 57.7 | 0.1 | -6.0006 | -5.3753 | 180.7 | 209.7 | 246.0 | 0.267 | -5.1945 | 175.0 | -5.6894 | 287.1 |
| 4 | 1 | 58.0 | 0.6 | -4.6543 | -5.3796 | 181.5 | 210.5 | 247.0 | 0.267 | -5.1987 | 175.7 | -5.6936 | 288.2 |
| 4 | 2 | 58.1 | 0.1 | -6.8275 | -5.3819 | 181.9 | 211.0 | 247.5 | 0.267 | -5.2009 | 176.1 | -5.6958 | 288.8 |
| 5 | 1 | 58.8 | 0.4 | -5.0648 | -5.3955 | 184.5 | 213.7 | 250.8 | 0.267 | -5.2147 | 178.4 | -5.7095 | 292.8 |
| 5 | 2 | 59.2 | 0.2 | -5.8608 | -5.4026 | 185.9 | 215.1 | 252.5 | 0.267 | -5.2218 | 179.6 | -5.7166 | 294.5 |
| 5 | 1 | 60.3 | 0.2 | -5.8732 | -5.4237 | 190.0 | 219.4 | 257.8 | 0.268 | -5.2429 | 183.1 | -5.7377 | 300.4 |
| 2 | 1 | 60.4 | 0.3 | -5.3684 | -5.4245 | 190.1 | 219.6 | 257.8 | 0.268 | -5.2437 | 183.3 | -5.7385 | 300.6 |
| 2 | 1 | 60.9 | 0.3 | -5.4362 | -5.4339 | 192.0 | 221.6 | 260.1 | 0.266 | -5.2531 | 184.9 | -5.7480 | 303.3 |
| 2 | 2 | 61.1 | 0.1 | -6.2806 | -5.4378 | 192.7 | 222.4 | 261.1 | 0.268 | -5.2570 | 185.6 | -5.7518 | 304.4 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------|-----|---------|---------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|---------|-------|
| 5 | 2 | 61.9 | 1.0 | -4.1184 | -5.4517 | 195.5 | 225.3 | 264.5 | 0.265 | -5.2709 | 188.0 | -5.7657 | 308.4 |
| 2 | 2 | 62.0 | 0.1 | -6.2463 | -5.4538 | 195.8 | 225.7 | 265.1 | 0.265 | -5.2729 | 188.4 | -5.7678 | 309.0 |
| 9 | 2 | 62.4 | 0.3 | -5.2022 | -5.4602 | 197.2 | 227.1 | 266.7 | 0.265 | -5.2794 | 189.5 | -5.7742 | 310.9 |
| 2 | 1 | 63.3 | 0.2 | -5.8601 | -5.4783 | 200.5 | 230.5 | 270.8 | 0.265 | -5.2955 | 192.4 | -5.7903 | 315.6 |
| 2 | 2 | 63.4 | 0.1 | -6.8282 | -5.4785 | 201.0 | 231.0 | 271.4 | 0.265 | -5.2977 | 192.8 | -5.7925 | 316.2 |
| 5 | 2 | 64.5 | 0.1 | -6.1110 | -5.4971 | 204.8 | 235.1 | 276.2 | 0.264 | -5.3163 | 196.2 | -5.8111 | 321.8 |
| 2 | 1 | 73.2 | 0.7 | -4.6056 | -5.8404 | 237.0 | 268.5 | 316.0 | 0.260 | -5.4595 | 224.1 | -5.9544 | 367.6 |
| 2 | 2 | 75.5 | 1.2 | -4.1496 | -5.6741 | 245.2 | 277.0 | 326.1 | 0.259 | -5.4833 | 231.2 | -5.9881 | 379.2 |
| 9 | 1 | 79.5 | 0.5 | -5.1377 | -5.7342 | 260.5 | 292.8 | 344.8 | 0.257 | -5.5534 | 244.3 | -6.0482 | 400.8 |
| 5 | 1 | 82.3 | 0.4 | -5.4592 | -5.7732 | 270.9 | 303.4 | 357.5 | 0.256 | -5.5924 | 253.2 | -6.0673 | 415.4 |

F. Cálculo de la edad estimada de 90 árboles de *Guarea grandifolia* A. DC. a partir del diámetro obtenido en un año medido a una sola altura.

| NO. ÁRBOL | PERI 1 (cm) | FECHA 1 | PERI 2 (cm) | FECHA 2 | DIA 1 (cm) | INC. (cm) | NO. DIAS | ADJ_INC (cm) | LN CREC.REL. | PREDICHO | | | b,DMax calculada | | |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|------------|-----------|----------|--------------|--------------|--------------|-----------------|-------------|------------------|--------------|-------------|
| | | | | | | | | | | LN CREC.REL. | LIMITE INFERIOR | EDAD (años) | LIMITE SUPERIOR | LN CREC.REL. | EDAD (años) |
| 1216 | 23.5 | 08-Jun-97 | 25.0 | 15-Dic-98 | 7.5 | 0.5 | 555 | 0.3 | -3.1706 | -3.5230 | 43.4 | 75.1 | 207.2 | -2.7481 | 18.0 |
| 1279 | 23.5 | 11-Jun-97 | 24.8 | 15-Dic-98 | 7.5 | 0.4 | 552 | 0.3 | -3.3083 | -3.5230 | 43.4 | 75.1 | 207.2 | -2.7481 | 18.0 |
| 1225 | 26.5 | 08-Jun-97 | 27.0 | 15-Dic-98 | 8.4 | 0.2 | 555 | 0.1 | -4.3894 | -3.5799 | 46.6 | 79.3 | 213.3 | -2.8664 | 18.0 |
| 1211 | 30.0 | 08-Jun-97 | 31.3 | 15-Dic-98 | 9.5 | 0.4 | 555 | 0.3 | -3.5579 | -3.6391 | 50.1 | 83.9 | 219.9 | -2.9888 | 20.3 |
| 1256 | 32.5 | 10-Jun-97 | 34.7 | 14-Dic-98 | 10.3 | 0.7 | 552 | 0.5 | -3.1064 | -3.6775 | 52.6 | 87.0 | 224.2 | -3.0679 | 22.0 |
| 1269 | 36.0 | 11-Jun-97 | 37.0 | 15-Dic-98 | 11.5 | 0.3 | 552 | 0.2 | -3.9972 | -3.7267 | 55.9 | 91.2 | 229.9 | -3.1693 | 24.3 |
| 1202 | 37.0 | 07-Jun-97 | 39.4 | 15-Dic-98 | 11.8 | 0.8 | 556 | 0.5 | -3.1563 | -3.7400 | 56.8 | 92.3 | 231.4 | -3.1864 | 24.9 |
| 1220 | 38.0 | 08-Jun-97 | 38.7 | 15-Dic-98 | 12.1 | 0.2 | 555 | 0.1 | -4.4133 | -3.7529 | 57.7 | 93.4 | 233.0 | -3.2229 | 25.6 |
| 1262 | 45.5 | 10-Jun-97 | 47.5 | 14-Dic-98 | 14.5 | 0.6 | 552 | 0.4 | -3.5382 | -3.8405 | 64.3 | 101.5 | 243.8 | -3.4022 | 30.6 |
| 1283 | 47.5 | 11-Jun-97 | 49.2 | 05-Oct-98 | 15.1 | 0.5 | 481 | 0.4 | -3.6061 | -3.8618 | 66.0 | 103.5 | 246.2 | -3.4452 | 31.9 |
| 1228 | 48.5 | 08-Jun-97 | 52.8 | 15-Dic-98 | 15.4 | 1.3 | 555 | 0.9 | -2.8896 | -3.8718 | 66.8 | 104.5 | 247.5 | -3.4660 | 32.5 |
| 1205 | 55.0 | 07-Jun-97 | 57.5 | 15-Dic-98 | 17.5 | 0.8 | 556 | 0.5 | -3.5119 | -3.9338 | 72.0 | 110.7 | 255.5 | -3.5921 | 36.8 |
| 1287 | 55.0 | 12-Jun-97 | 55.7 | 16-Dic-98 | 17.5 | 0.2 | 552 | 0.1 | -4.7777 | -3.9338 | 72.0 | 110.7 | 255.5 | -3.5921 | 36.8 |
| 1264 | 57.0 | 10-Jun-97 | 60.2 | 14-Dic-98 | 18.1 | 1.0 | 552 | 0.7 | -3.2936 | -3.9515 | 73.6 | 112.6 | 257.8 | -3.6280 | 38.1 |
| 1230 | 60.0 | 08-Jun-97 | 60.9 | 14-Dic-98 | 19.1 | 0.3 | 554 | 0.2 | -4.6170 | -3.9770 | 75.9 | 115.3 | 261.2 | -3.6796 | 40.1 |
| 1221 | 62.5 | 08-Jun-97 | 63.6 | 15-Dic-98 | 19.9 | 0.4 | 555 | 0.2 | -4.4589 | -3.9974 | 77.8 | 117.5 | 263.9 | -3.7208 | 41.8 |
| 1300 | 64.5 | 12-Jun-97 | 67.1 | 16-Dic-98 | 20.5 | 0.8 | 552 | 0.5 | -3.6248 | -4.0131 | 79.3 | 119.2 | 266.0 | -3.7526 | 43.1 |
| 1246 | 64.5 | 09-Jun-97 | 65.0 | 14-Dic-98 | 20.5 | 0.2 | 553 | 0.1 | -5.2753 | -4.0131 | 79.3 | 119.2 | 266.0 | -3.7526 | 43.1 |
| 1209 | 65.0 | 07-Jun-97 | 66.9 | 15-Dic-98 | 20.7 | 0.6 | 556 | 0.4 | -3.9534 | -4.0170 | 79.7 | 119.6 | 266.5 | -3.7604 | 43.4 |
| 1265 | 68.0 | 10-Jun-97 | 71.0 | 14-Dic-98 | 21.0 | 1.6 | 552 | 1.1 | -2.9939 | -4.0247 | 80.4 | 120.5 | 267.8 | -3.7759 | 44.1 |
| 1214 | 66.5 | 08-Jun-97 | 67.7 | 15-Dic-98 | 21.2 | 0.4 | 555 | 0.3 | -4.4340 | -4.0284 | 80.8 | 120.9 | 268.1 | -3.7835 | 44.4 |
| 1277 | 68.0 | 11-Jun-97 | 71.3 | 15-Dic-98 | 21.6 | 1.1 | 552 | 0.7 | -3.4392 | -4.0396 | 81.9 | 122.2 | 269.6 | -3.8061 | 45.4 |
| 1263 | 69.5 | 10-Jun-97 | 76.4 | 14-Dic-98 | 22.1 | 2.2 | 552 | 1.5 | -2.7235 | -4.0506 | 83.0 | 123.4 | 271.1 | -3.8282 | 46.4 |
| 1222 | 70.0 | 08-Jun-97 | 75.3 | 15-Dic-98 | 22.3 | 1.7 | 555 | 1.1 | -2.9999 | -4.0542 | 83.3 | 123.8 | 271.6 | -3.8355 | 46.7 |
| 1248 | 72.0 | 09-Jun-97 | 73.0 | 14-Dic-98 | 22.9 | 0.3 | 553 | 0.2 | -4.6921 | -4.0684 | 84.8 | 125.4 | 273.6 | -3.8641 | 48.1 |
| 1274 | 72.0 | 11-Jun-97 | 73.2 | 05-Oct-98 | 22.9 | 0.4 | 481 | 0.3 | -4.3703 | -4.0684 | 84.8 | 125.4 | 273.6 | -3.8641 | 48.1 |
| 1203 | 78.0 | 07-Jun-97 | 80.6 | 15-Dic-98 | 24.8 | 0.8 | 556 | 0.5 | -3.8221 | -4.1089 | 89.0 | 130.2 | 279.3 | -3.9456 | 52.0 |
| 1249 | 80.5 | 09-Jun-97 | 81.8 | 14-Dic-98 | 25.8 | 0.4 | 553 | 0.3 | -4.5414 | -4.1249 | 90.7 | 132.2 | 281.8 | -3.9778 | 53.7 |
| 1244 | 82.0 | 09-Jun-97 | 84.6 | 14-Dic-98 | 26.1 | 0.8 | 553 | 0.5 | -3.8667 | -4.1343 | 91.7 | 133.3 | 282.9 | -3.9967 | 54.7 |
| 1235 | 82.0 | 09-Jun-97 | 82.5 | 14-Dic-98 | 26.1 | 0.2 | 553 | 0.1 | -5.5153 | -4.1343 | 91.7 | 133.3 | 282.9 | -3.9967 | 54.7 |
| 1286 | 85.0 | 12-Jun-97 | 86.3 | 16-Dic-98 | 27.1 | 0.4 | 552 | 0.3 | -4.5939 | -4.1527 | 93.8 | 135.6 | 285.8 | -4.0335 | 56.7 |
| 1266 | 86.0 | 10-Jun-97 | 89.0 | 14-Dic-98 | 27.4 | 1.0 | 552 | 0.6 | -3.7694 | -4.1587 | 94.4 | 136.3 | 286.5 | -4.0455 | 57.3 |
| 1227 | 86.0 | 08-Jun-97 | 87.9 | 15-Dic-98 | 27.4 | 0.6 | 555 | 0.4 | -4.2316 | -4.1587 | 94.4 | 136.3 | 286.5 | -4.0455 | 57.3 |
| 1204 | 90.0 | 07-Jun-97 | 95.8 | 15-Dic-98 | 28.6 | 1.8 | 556 | 1.2 | -3.1979 | -4.1820 | 97.1 | 139.3 | 289.9 | -4.0922 | 60.0 |
| 1294 | 91.5 | 12-Jun-97 | 92.1 | 16-Dic-98 | 29.1 | 0.2 | 552 | 0.1 | -5.4408 | -4.1904 | 98.1 | 140.3 | 291.1 | -4.1092 | 61.0 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|-------|-----------|-------|-----------|------|-----|-----|-----|---------|---------|-------|-------|-------|---------|-------|
| 1223 | 92.5 | 06-Jun-97 | 95.0 | 15-Dic-98 | 29.4 | 0.8 | 555 | 0.5 | -4.0300 | -4.1960 | 98.7 | 141.1 | 291.9 | -4.1204 | 61.7 |
| 1231 | 92.5 | 09-Jun-97 | 93.9 | 14-Dic-98 | 29.4 | 0.4 | 553 | 0.3 | -4.6062 | -4.1980 | 98.7 | 141.1 | 291.9 | -4.1204 | 61.7 |
| 1298 | 93.5 | 12-Jun-97 | 94.5 | 16-Dic-98 | 29.8 | 0.3 | 552 | 0.2 | -4.9516 | -4.2016 | 99.4 | 141.8 | 292.8 | -4.1314 | 62.3 |
| 1278 | 95.0 | 11-Jun-97 | 99.8 | 15-Dic-98 | 30.2 | 1.5 | 552 | 1.0 | -3.3989 | -4.2098 | 100.3 | 142.8 | 294.0 | -4.1479 | 63.3 |
| 1236 | 101.0 | 09-Jun-97 | 104.4 | 14-Dic-98 | 32.1 | 1.1 | 553 | 0.7 | -3.8068 | -4.2415 | 104.2 | 147.0 | 298.8 | -4.2112 | 67.3 |
| 1267 | 101.5 | 10-Jun-97 | 106.2 | 14-Dic-98 | 32.3 | 1.5 | 552 | 1.0 | -3.4861 | -4.2440 | 104.5 | 147.4 | 299.1 | -4.2163 | 67.7 |
| 1270 | 101.5 | 11-Jun-97 | 103.7 | 15-Dic-98 | 32.3 | 0.7 | 552 | 0.5 | -4.2453 | -4.2440 | 104.5 | 147.4 | 299.1 | -4.2163 | 67.7 |
| 1206 | 104.0 | 07-Jun-97 | 105.5 | 15-Dic-98 | 33.1 | 0.5 | 556 | 0.3 | -4.6598 | -4.2567 | 106.1 | 149.1 | 301.1 | -4.2415 | 69.3 |
| 1212 | 106.5 | 08-Jun-97 | 110.6 | 15-Dic-98 | 33.9 | 1.3 | 555 | 0.9 | -3.6762 | -4.2690 | 107.6 | 150.8 | 303.0 | -4.2662 | 71.0 |
| 1218 | 106.5 | 08-Jun-97 | 107.7 | 15-Dic-98 | 33.9 | 0.4 | 555 | 0.3 | -4.9049 | -4.2690 | 107.6 | 150.8 | 303.0 | -4.2662 | 71.0 |
| 1241 | 107.0 | 09-Jun-97 | 108.5 | 14-Dic-98 | 34.1 | 0.5 | 553 | 0.3 | -4.6828 | -4.2715 | 107.9 | 151.1 | 303.3 | -4.2711 | 71.3 |
| 1292 | 108.0 | 12-Jun-97 | 110.2 | 16-Dic-98 | 34.4 | 0.7 | 552 | 0.5 | -4.3073 | -4.2763 | 108.8 | 151.8 | 304.1 | -4.2808 | 72.0 |
| 1213 | 108.0 | 08-Jun-97 | 111.1 | 15-Dic-98 | 34.4 | 1.0 | 555 | 0.6 | -3.9698 | -4.2763 | 108.6 | 151.8 | 304.1 | -4.2808 | 72.0 |
| 1271 | 109.5 | 11-Jun-97 | 113.0 | 15-Dic-98 | 34.9 | 1.1 | 552 | 0.7 | -3.8568 | -4.2835 | 109.5 | 152.8 | 305.2 | -4.2951 | 73.0 |
| 1210 | 116.0 | 07-Jun-97 | 117.1 | 15-Dic-98 | 36.9 | 0.4 | 556 | 0.2 | -5.0792 | -4.3137 | 113.4 | 157.0 | 309.9 | -4.3554 | 77.4 |
| 1296 | 118.0 | 12-Jun-97 | 119.4 | 16-Dic-98 | 37.6 | 0.4 | 552 | 0.3 | -4.8479 | -4.3227 | 114.6 | 158.3 | 311.3 | -4.3733 | 78.7 |
| 1280 | 126.0 | 11-Jun-97 | 127.5 | 15-Dic-98 | 40.1 | 0.5 | 552 | 0.3 | -4.8445 | -4.3573 | 119.4 | 163.3 | 316.8 | -4.4422 | 84.1 |
| 1208 | 127.0 | 07-Jun-97 | 128.0 | 15-Dic-98 | 40.4 | 0.3 | 556 | 0.2 | -5.2651 | -4.3615 | 120.0 | 164.0 | 317.5 | -4.4506 | 84.8 |
| 1275 | 129.5 | 11-Jun-97 | 133.2 | 05-Oct-98 | 41.2 | 1.2 | 481 | 0.9 | -3.8313 | -4.3719 | 121.4 | 165.5 | 319.2 | -4.4711 | 86.5 |
| 1273 | 132.0 | 11-Jun-97 | 133.3 | 05-Oct-98 | 42.0 | 0.4 | 481 | 0.3 | -4.8964 | -4.3820 | 122.9 | 167.0 | 320.8 | -4.4913 | 88.2 |
| 1293 | 134.0 | 12-Jun-97 | 135.9 | 16-Dic-98 | 42.7 | 0.6 | 552 | 0.4 | -4.6696 | -4.3900 | 124.0 | 168.2 | 322.1 | -4.5073 | 89.5 |
| 1276 | 135.5 | 11-Jun-97 | 136.5 | 15-Dic-98 | 43.1 | 0.3 | 552 | 0.2 | -5.3226 | -4.3960 | 124.9 | 169.1 | 323.1 | -4.5191 | 90.5 |
| 1234 | 141.0 | 09-Jun-97 | 146.6 | 14-Dic-98 | 44.9 | 1.8 | 553 | 1.2 | -3.6415 | -4.4172 | 128.0 | 172.4 | 326.6 | -4.5614 | 94.3 |
| 1268 | 142.5 | 11-Jun-97 | 143.4 | 14-Dic-98 | 45.4 | 0.3 | 551 | 0.2 | -5.4765 | -4.4229 | 128.8 | 173.3 | 327.5 | -4.5726 | 95.3 |
| 1284 | 144.0 | 11-Jun-97 | 144.8 | 05-Oct-98 | 45.8 | 0.3 | 481 | 0.2 | -5.4689 | -4.4285 | 129.7 | 174.1 | 328.4 | -4.5838 | 96.3 |
| 1289 | 144.0 | 12-Jun-97 | 144.7 | 16-Dic-98 | 45.8 | 0.2 | 552 | 0.1 | -5.7401 | -4.4285 | 129.7 | 174.1 | 328.4 | -4.5838 | 96.3 |
| 1291 | 145.0 | 12-Jun-97 | 149.8 | 16-Dic-98 | 46.2 | 1.5 | 552 | 1.0 | -3.8218 | -4.4322 | 130.2 | 174.7 | 329.1 | -4.5912 | 97.0 |
| 1243 | 145.0 | 09-Jun-97 | 147.6 | 14-Dic-98 | 46.2 | 0.8 | 553 | 0.5 | -4.4367 | -4.4322 | 130.2 | 174.7 | 329.1 | -4.5912 | 97.0 |
| 1240 | 150.5 | 09-Jun-97 | 154.3 | 14-Dic-98 | 47.9 | 1.2 | 553 | 0.8 | -4.0944 | -4.4523 | 133.3 | 177.9 | 332.4 | -4.6310 | 100.7 |
| 1229 | 152.5 | 08-Jun-97 | 156.8 | 14-Dic-98 | 48.5 | 1.4 | 554 | 0.9 | -3.9858 | -4.4594 | 134.4 | 179.0 | 333.6 | -4.6452 | 102.1 |
| 1237 | 153.0 | 09-Jun-97 | 157.3 | 14-Dic-98 | 48.7 | 1.4 | 553 | 0.9 | -3.9873 | -4.4612 | 134.7 | 179.3 | 333.9 | -4.6487 | 102.4 |
| 1299 | 162.0 | 12-Jun-97 | 164.0 | 16-Dic-98 | 51.6 | 0.6 | 552 | 0.4 | -4.8081 | -4.4922 | 139.6 | 184.3 | 339.2 | -4.7103 | 108.6 |
| 1290 | 165.0 | 12-Jun-97 | 169.0 | 16-Dic-98 | 52.5 | 1.3 | 552 | 0.8 | -4.1333 | -4.5022 | 141.2 | 186.0 | 340.9 | -4.7301 | 110.6 |
| 1255 | 166.5 | 10-Jun-97 | 169.2 | 16-Dic-98 | 53.0 | 0.9 | 554 | 0.6 | -4.5390 | -4.5071 | 142.0 | 186.8 | 341.7 | -4.7399 | 111.7 |
| 1260 | 168.5 | 10-Jun-97 | 171.0 | 14-Dic-98 | 53.6 | 0.8 | 552 | 0.5 | -4.6243 | -4.5136 | 143.0 | 187.9 | 342.8 | -4.7529 | 113.0 |
| 1217 | 169.0 | 08-Jun-97 | 174.5 | 15-Dic-98 | 53.8 | 1.8 | 555 | 1.2 | -3.8442 | -4.5152 | 143.3 | 188.1 | 343.1 | -4.7581 | 113.4 |
| 1242 | 175.0 | 09-Jun-97 | 176.5 | 14-Dic-98 | 55.7 | 0.5 | 553 | 0.3 | -5.1748 | -4.5344 | 146.5 | 191.4 | 346.4 | -4.7940 | 117.5 |
| 1281 | 182.5 | 11-Jun-97 | 190.0 | 05-Oct-98 | 58.1 | 2.4 | 481 | 1.8 | -3.4678 | -4.5574 | 150.4 | 195.3 | 350.5 | -4.8399 | 122.7 |
| 1239 | 185.0 | 09-Jun-97 | 190.2 | 14-Dic-98 | 58.9 | 1.7 | 553 | 1.1 | -3.9872 | -4.5650 | 151.7 | 196.6 | 351.8 | -4.8548 | 124.4 |
| 1272 | 186.5 | 11-Jun-97 | 189.2 | 15-Dic-98 | 59.4 | 0.9 | 552 | 0.8 | -4.6488 | -4.5694 | 152.5 | 197.4 | 352.8 | -4.8637 | 125.5 |
| 1247 | 187.0 | 09-Jun-97 | 188.5 | 14-Dic-98 | 59.5 | 0.5 | 553 | 0.3 | -5.2411 | -4.5709 | 152.7 | 197.7 | 352.9 | -4.8667 | 125.8 |
| 1238 | 196.0 | 09-Jun-97 | 200.0 | 14-Dic-98 | 62.4 | 1.3 | 553 | 0.8 | -4.3073 | -4.5970 | 157.3 | 202.3 | 357.5 | -4.9185 | 132.1 |
| 1257 | 196.5 | 10-Jun-97 | 204.6 | 14-Dic-98 | 62.5 | 2.6 | 552 | 1.7 | -3.6024 | -4.5984 | 157.6 | 202.5 | 357.8 | -4.9213 | 132.5 |
| 1250 | 198.0 | 09-Jun-97 | 199.4 | 14-Dic-98 | 63.0 | 0.4 | 553 | 0.3 | -5.3673 | -4.6026 | 158.3 | 203.3 | 358.5 | -4.9297 | 133.5 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|-------|-----------|-------|-----------|------|-----|-----|-----|---------|---------|-------|-------|-------|---------|-------|
| 1226 | 207.5 | 08-Jun-97 | 210.3 | 15-Dic-98 | 68.0 | 0.9 | 555 | 0.6 | -4.7246 | -4.6288 | 183.1 | 208.0 | 363.3 | -4.9818 | 140.2 |
| 1215 | 211.0 | 08-Jun-97 | 215.5 | 15-Dic-98 | 67.2 | 1.4 | 555 | 0.9 | -4.2669 | -4.6382 | 164.8 | 209.7 | 385.0 | -5.0005 | 142.6 |
| 1288 | 217.5 | 12-Jun-97 | 225.3 | 18-Dic-98 | 69.2 | 2.5 | 552 | 1.6 | -3.7417 | -4.6553 | 168.0 | 212.9 | 368.1 | -5.0345 | 147.2 |
| 1201 | 218.0 | 07-Jun-97 | 224.7 | 15-Dic-98 | 69.4 | 2.1 | 556 | 1.4 | -3.9033 | -4.6566 | 168.3 | 213.1 | 368.3 | -5.0371 | 147.5 |
| 1261 | 219.0 | 10-Jun-97 | 224.6 | 14-Dic-98 | 69.7 | 1.8 | 552 | 1.2 | -4.0800 | -4.6592 | 168.8 | | 368.8 | -5.0423 | 148.3 |
| 1282 | 232.0 | 11-Jun-97 | 244.5 | 15-Dic-98 | 73.8 | 4.0 | 552 | 2.6 | -3.3347 | -4.6919 | 175.1 | | 374.9 | -5.1074 | 157.5 |
| 1219 | 233.5 | 08-Jun-97 | 237.3 | 15-Dic-98 | 74.3 | 1.2 | 555 | 0.8 | -4.5373 | -4.6956 | 175.8 | | 375.6 | -5.1148 | 158.6 |
| 1297 | 247.5 | 12-Jun-97 | 250.5 | 18-Dic-98 | 78.8 | 1.0 | 552 | 0.6 | -4.8264 | -4.7289 | 182.5 | | 381.9 | -5.1813 | 168.6 |
| 1224 | 255.0 | 08-Jun-97 | 258.1 | 15-Dic-98 | 81.2 | 1.0 | 555 | 0.6 | -4.8289 | -4.7461 | 186.0 | | 385.2 | -5.2157 | 174.0 |