

ESTUDIO DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE *Pinus maximinoi* H. E. MOORE, EN COBAN, ALTA VERAPAZ

Oscar Manuel Núñez Saravia*
Luis Fernando Ortiz Castillo**

RESUMEN

El presente estudio enmarca las principales variables que están involucradas en el crecimiento y rendimiento de un rodal natural homogéneo de Pinus maximinoi H.E. Moore, como especie conífera dominante del municipio de Cobán, Alta Verapaz.

El método de estudio se basó en análisis del historial del bosque, trabajando en una misma calidad de sitio, por medio de métodos indirectos, a través del tiempo. Los datos básicos de crecimiento e incremento se obtuvieron del análisis fustal de 30 árboles tumbados en el rodal experimental.

El bosque posee los siguientes datos promedio: edad de 22 años, densidad de 268 arb/ha, DAP cc. de 33.2 cm, área basal 22.76 m²/ha, altura de 24.57 m, y volumen total de 202 m³/ha.

Se realizaron una serie de relaciones individuales, con distintas modalidades de modelos estadísticos, entre las diferentes variables forestales medidas. La mayoría resultaron significativas.

Los resultados más importantes son los incrementos medios obtenidos. Se tiene un incremento en diámetro normal de 1.44 cm./año, en área basal normal de 38.11 cm²/año; en altura de 1.09 m/año y en volumen de 9.78 m³/ha/año. Trabajando con incremento periódico se observó la disminución actual del incremento, con relación a los incrementos iniciales, a pesar de la corta edad que presenta el rodal.

* Ingeniero Agrónomo. Docente de la Facultad de Agronomía, USAC. Trabajo de Tesis de Grado.

** Ingeniero Agrónomo M.Sc. Docente-Investigador de la Facultad de Agronomía, USAC, Asesor.

INTRODUCCION

El conocimiento de la dinámica de la población forestal tiene un papel importante en el manejo adecuado de las diversas comunidades vegetales naturales. Para obtener tal conocimiento se hace necesario realizar un estudio silvicultural básico y detallado, en las diversas comunidades que se quieran manejar.

El estudio silvicultural básico es escaso en el país, razón por la cual las extracciones forestales realizadas hasta el momento, se basan únicamente en el interés por una alta acumulación del capital en el más corto plazo posible, sin preocuparse para la consecución del mismo recurso. Esta situación ha llevado a la disminución de la masa forestal en las últimas décadas.

Habiendo planteado la necesidad de la planificación, fundamentada en la experimentación, el presente estudio pretende dar datos básicos sobre el crecimiento y rendimiento de *Pinus maximinoi* H.E. Moore, creciendo bajo condiciones naturales, para planificar en forma racional el manejo del bosque y la consecución de adecuadas metodologías, que logren el aprovechamiento óptimo del sitio.

El trabajo se realizó en la finca Chichén, Cobán, A.V. a una elevación de 1400 msnm en una zona de vida de Bosque muy Húmedo Subtropical (frío). Se trabajó en los 4 últimos meses de 1984 y los primeros 6 meses de 1985.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Estudiar las principales variables que están involucradas en el crecimiento y rendimiento de un rodal natural de *Pinus maximinoi* H.E. Moore., en un sitio del municipio de Cobán, Alta Verapaz.

Objetivos específicos:

- Determinar la composición florística del rodal natural de *Pinus maximinoi* H. E. Moore.
- Determinar la producción actual del rodal en el sitio, así como las tasas de crecimiento y rendimiento en DAP, altura y volumen.
- Determinar relaciones alométricas de los árboles (diámetro, altura, edad), variables del rodal (área basal local) e incrementos (en diámetro, área basal, altura y volumen por árboles tipo y por parcela).
- Realizar una tabla para la estimación del volumen en el rodal experimental.

- Obtener el factor mórfico y el factor de corteza para el rodal estudiado.
- Dejar establecidas parcelas de muestreo permanente en el bosque.

MATERIALES Y METODOS

1. Características Generales:

El bosque natural de *Pinus maximinoi* H.E. Moore no presenta características algunas que denoten alteración de su crecimiento normal. El rodal es puro en cuanto a especie, ya que el 97o/o del área basal es de pino y el 96o/o de los árboles pertenecen a esa misma especie. Además está ubicado en una misma calidad de sitio, la cual se manifiesta en una homogeneidad en altura dominante del pino, la cual tiene una media de 27.7 m. para la especie.

El rodal actual se originó en árboles padres dejados en el aprovechamiento anterior (1957). Está ubicado en una exposición Norte, con un grado elevado de pendientes.

El rodal se encuentra en una zona de Bosque muy Húmedo Sub-tropical (frío), con una precipitación anual promedio de 2,200 mm. y una temperatura media mensual de 17.7°C. Existe un incremento de lluvias en los meses comprendidos de junio a octubre.

Los datos en los cuales se basaron los análisis de incrementos se obtuvieron del estudio detallado de 30 árboles tumbados. Estos árboles fueron producto de un raleo verificado en el bosque, con fines experimentales. El diseño de raleo que se dejó establecido en el campo fue el de bloque al azar, con un total de 2 repeticiones y 3 tratamientos que fueron una verificación de 50o/o de raleo, de 30o/o de raleo y 0o/o de raleo sobre el área basal. El total de parcelas que se utilizaron para el estudio fue de 6, con dimensiones de 50 x 50 metros (0.25 ha).

2. Mediciones de los árboles del rodal:

Se realizaron una serie de mediciones antes y después del raleo. Antes del raleo se verificó el área basal de cada árbol, midiendo el DAP y la altura total del 45o/o del total de árboles encontrados.

Posterior al derribo de los árboles se midió la altura con cinta métrica de todos los árboles derribados y se realizó el análisis fustal detallado de 30 árboles.

Aprovechando el análisis fustal, se determinaron características como el tiempo de paso, espesor de corteza y factor mórfico para la especie.

El análisis fustal consistió en el conteo de anillos en secciones del tallo separadas por un metro de distancia en las secciones iniciales y finales del tallo y un distanciamiento de 2 metros en las secciones intermedias, entre 10 y 24 metros.

El tiempo de paso fue calculado para una clase diamétrica de 5 cm., por lo cual se midió el número de anillos comprendidos en los 2.5 cm. más externos de las secciones correspondientes al diámetro normal (DAP), (2).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos generales productivos del rodal se presentan en el cuadro 1.

CUADRO 1
DATOS PRODUCTIVOS GENERALES DEL RODAL EXPERIMENTAL

VARIABLE	TIPO DE ARBOLES		
	PINO	LATIFOLIADA	TOTAL
Densidad promedio	67 arb/parc. 268 arb/ha	21 arb/parc. 84 arb/ha	88 arb/parc. 352 arb/ha
dapcc	33.2 cm.	17.93 cm.	
g	0.0870 m ² /arb.	0.0309 m ² /arb	
G	5.6919 m ² /parc. 22.7676 m ² /ha	3.2437 m ² /parc. 12.9748 m ² /ha	8.9356 m ² /parc. 35.7424 m ² /ha
h	24.57 m		
h dominante	27.75 m		
v	0.7719 m ³ /arb		
V	50.4462 m ³ /parc. 201.7848 m ³ /ha.		

Estos datos representan una densidad de 269 arb/ha, para el género *Pinus*, la cual puede considerarse como una densidad media, adecuada para la edad. El diámetro normal con corteza de 33.2 cm. es bastante bueno para la edad de 22 años que posee el rodal, de igual manera que el volumen y la altura promedio del árbol.

La distribución diamétrica para el rodal es normal y bastante amplia, con un total de 12 clases diamétricas de 5 cm. comprendidas de los 5 a 60 cm. de diámetro a la altura del pecho (Figura 1).

Un 63 o/o de los árboles se encuentran entre los 25 y 45 cm. de DAP, contribuyendo con un 70o/o del volumen total; un 9o/o está por encima de los 45 cm. de DAP, aportando cerca del 23o/o del volumen total y el restante 28o/o de árboles son menores de 25 cm. de DAP, aportando únicamente el 7o/o del volumen total. El volumen total estimado para las 6 parcelas fue de 321.4 m³.

El estudio de características cualitativas, que incluyen la rectitud del fuste, defectos de formación y anomalías de crecimiento, determinó que el 50o/o del total de árboles presenta más de alguna de las características defectuosas de los árboles.

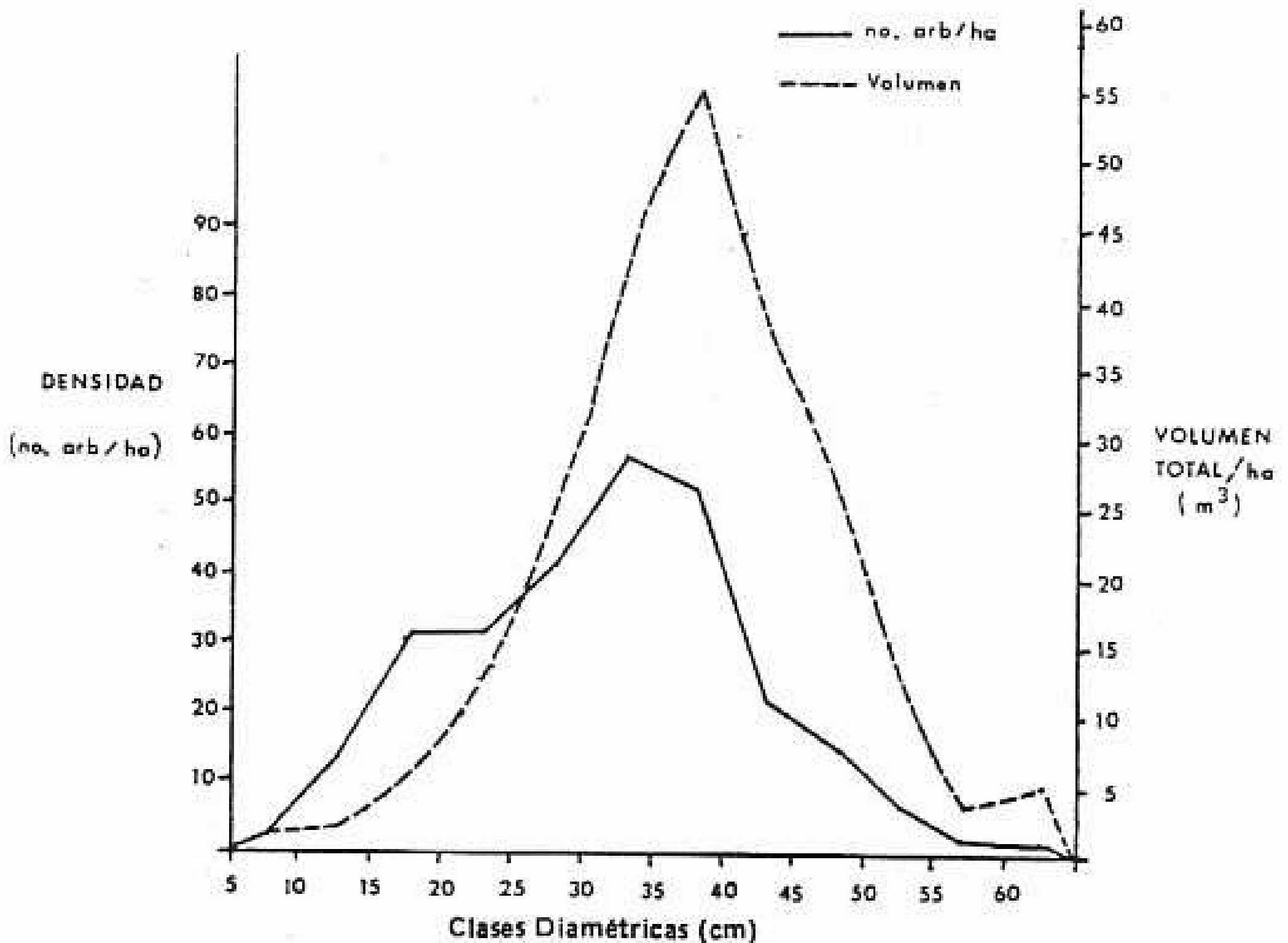


Figura 1

DISTRIBUCION DIAMETRICA Y VOLUMETRICA DE LOS ARBOLES EN EL RODAL EXPERIMENTAL, SEGUN SU CLASE DIAMETRICA.

Se realizaron una serie de relaciones entre el distanciamiento promedio de los árboles y las principales variables forestales. En el cuadro 2 se observan estas relaciones, con el modelo estadístico que más se ajustó a la nube de puntos originales.

CUADRO 2
MODELOS MAS AJUSTADOS A LA RELACION INDIVIDUAL CON SU
COEFICIENTE DE CORRELACION Y FUNCION DE PROBABILIDAD.

RELACION	MODELO MAS AJUSTADO	COEFICIENTE CORRELACION	FUNCION PROBABILIDAD
Dist. promedio - G	Geométrico	0.85209	0,000
Dist. promedio - h	Cuadrático	0.42416	0,000
Dist. promedio - v	Cuadrático	0.43300	0.360
Dist. promedio - V	Geométrico	0.81479	0,000

Los datos confirman la no dependencia de la altura en función de densidad utilizada.

Se trabajó también las relaciones entre las principales variables del rodal: diámetro a la altura del pecho (DAP), altura, volumen promedio (v), volumen total (V), área basal promedio (g) y área basal total (G). Los resultados de estas relaciones se observan en el cuadro 3.

CUADRO 3
RESUMEN DE LOS MODELOS, COEFICIENTES Y FUNCION DE
PROBABILIDAD DE LAS RELACIONES INDIVIDUALES

Descripción	RELACIONES				
	DAP-altura	DAP-v	g - h	g-v	h-v
Modelo	Cuadrático	Logarit.	Radical	Logarit.	Geomet.
Coefficiente de correlación	0.7825	0.9816	0.7822	0.9815	0.8399
Coef. b ₀	4.8038	0.0002	4.8162	0.0003	0.0138
Coef. b ₁	0.9818	2.3318	0.0130	1.1658	1.1686
Coef. b ₂	0.0102	—	1.1071	—	—
F (prob) ²	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Se observan altos coeficientes de correlación en las relaciones DAP -v y h-v, indicando ello que existe una alta correlación entre las dos variables. En el primer caso (DAP-v) es factible la utilización de la ecuación del modelo logarítmico en cálculos de volumen en pie a nivel local. Del mismo modo la relación h-v puede ser utilizada, pero no es de utilidad práctica, al considerar la altura como una estimación sujeta a varios tipos de error en su medición, además de que es más laborioso estimarla correctamente.

Trabajando con regresión múltiple se determinó una ecuación que representa una tabla de volumen local para la especie. Su ecuación es la siguiente:

$$\text{Vol} = 0.4693739 + 0.0000269931 \text{ DAP}^2 \text{ h}$$

Vol = metros cúbicos

DAP = ingresado en centímetros

Coficiente de correlación de 0.96

h = ingresarla en metros

El análisis de los incrementos se basó en el estudio de los incrementos en DAP, en altura y volumen. Los incrementos periódicos analizados corresponden a períodos de 5 años, presentados para las mismas variables.

Los incrementos para el diámetro aparecen en el cuadro 4 y representan el promedio de los 30 árboles analizados.

Analizando los incrementos se observa que el incremento de los últimos años es menor que los iniciales, como producto de la ausencia de manejo del rodal. Transformando los datos del diámetro a área basal por unidad de superficie se tiene un incremento promedio sin corteza de 0.7769 m²/ha/año, que indica un buen crecimiento para bosques de coníferas.

CUADRO 4
DISTINTAS MODALIDADES DEL INCREMENTO EN DIAMETRO

MODALIDAD DEL INCREMENTO	INCREMENTO cm/AÑO
– Incremento medio con corteza de todo el árbol	1.8330
– Incremento medio sin corteza de todo el árbol	1.6941
– Incremento medio con corteza del DAP	1.4390
– Incremento medio sin corteza del DAP	1.2266
– Incremento periódico sin corteza del DAP en los 5 años iniciales	2.2747
– Incremento periódico sin corteza del DAP en los 5-10 años	1.6062
– Incremento periódico sin corteza del DAP de los 10-15 años	1.2150
– Incremento periódico sin corteza del DAP de los 15-20 años	1.1771

El incremento en altura dió un valor medio de 1.0911/m/año y un incremento periódico máximo de 1.74 m/año en el período de los 10-15 años. También se observó un descenso del crecimiento en relación a los años iniciales. Esto indica que el crecimiento máximo para la especie, está por ser alcanzado (35 m.).

El incremento en volumen dió un valor de 0.0365 m³/arb/año, equivalente a 9.782 m³/ha/año. El incremento máximo dá un valor cercano a los 20 m³/ha/año, que es un excelente crecimiento según los promedios reportados para todo el mundo por Klepac(2), que poseen un valor medio de 2 m³/ha/año y los citados por Peters (3) de valores promedio de incrementos periódicos fluctuantes entre 3.3 - 7.7 m³/ha/año para bosques de coníferas.

En las figuras 2, 3, 4 se observan las curvas de crecimiento e incremento de la especie de *Pinus maximinoi*. Se deduce el incremento decreciente en los últimos años del rodal, razón debida fundamentalmente a la ausencia de manejo en el rodal y a aspectos relacionados al sitio (calidad de sitio). Todas las curvas presentan crecimiento sigmoide, es decir, un lento crecimiento en los años iniciales, un rápido crecimiento en los años intermedios y un lento crecimiento en los últimos años.

El tiempo de paso calculado da un valor de 5 años, a través del cual los árboles se tardarán de pasar de una clase diamétrica a otra superior, si las condiciones actuales permanecen invariables. Con ese dato en un período de 10 años, solamente el 16o/o del total de árboles tendrá un diámetro menor a los 30 cm. en el DAP.

El factor de corteza calculado es de 0.8711, representando este material el 24o/o del volumen total calculado. El factor mórfico dió un valor de 0.51 que implica una semejanza a un cono.

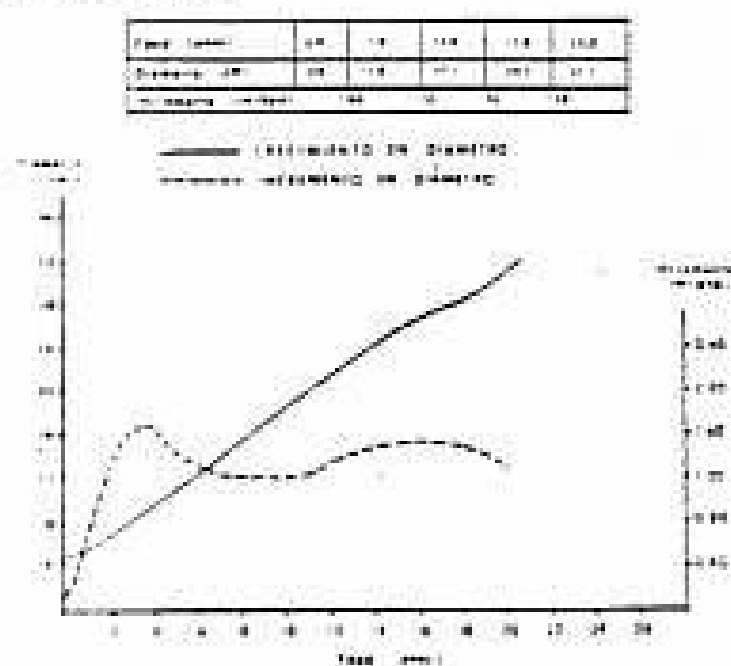


FIGURA 2

CRECIMIENTO E INCREMENTO DE DIAMETRO EN PINUS MAXIMINOI
EN LAS PARCELAS EXPERIMENTALES DE
"CHICHEN", ALTA VERAPAZ.

Edad (años)	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00	23,00
Altura (m)	0,00	1,60	9,10	17,80	24,00	24,80
Incremento (m/año)		0,32	1,50	1,74	1,24	0,27

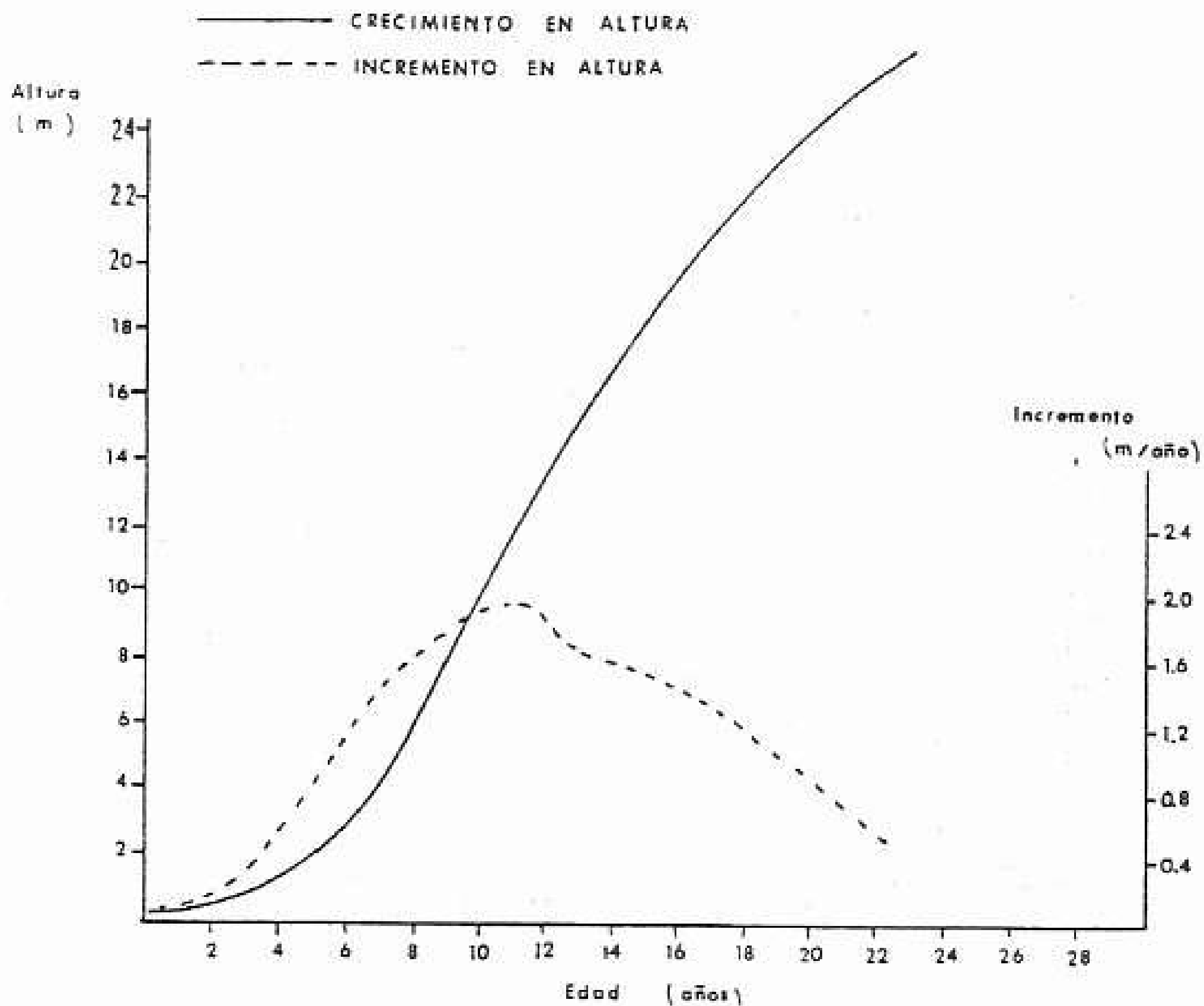


FIGURA 3

CRECIMIENTO E INCREMENTO EN ALTURA EN PINUS MAXIMINOI
 EN LAS PARCELAS EXPERIMENTALES DE "CHICHEN",
 ALTA VERAPAZ.

Edad (años)	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0
Volumen (m)	0,0	0,115	0,480	0,730	0,795
Incremento (m/año)		0,023	0,073	0,050	0,013

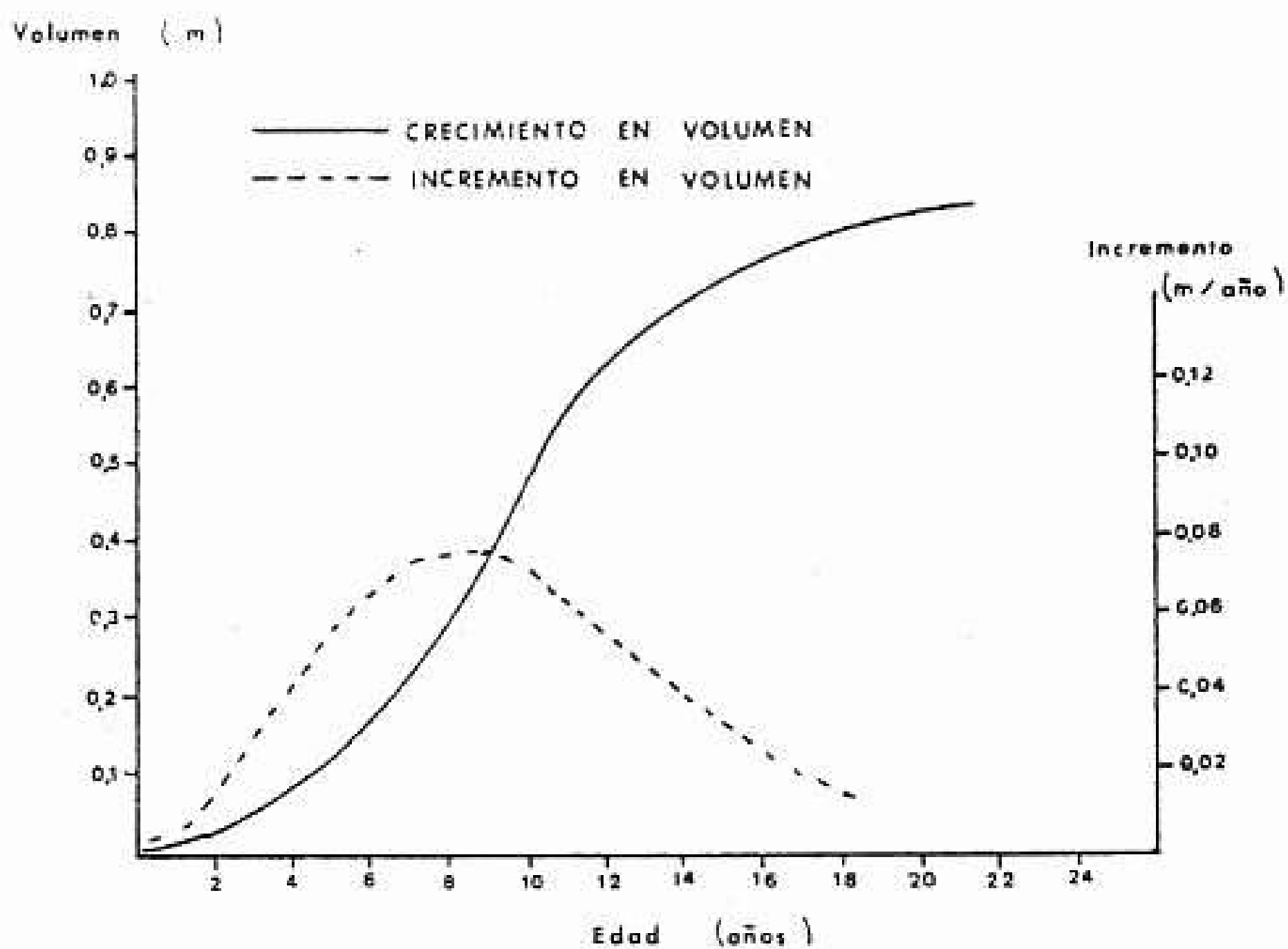


FIGURA 4

CRECIMIENTO E INCREMENTO EN VOLUMEN EN PINUS MAXIMINOI
EN LAS PARCELAS EXPERIMENTALES DE CHICHEN,
ALTA VERAPAZ.

CONCLUSIONES

1. El bosque experimental es homogéneo en cuanto a especie y altura, siendo en este caso un bosque puro de coníferas. Está establecido bajo una misma calidad de sitio, debido a su poca extensión y localización sobre la misma posición fisiográfica.
2. El valor de densidad promedio obtenida es de 268 arb/ha tomando en consideración sólo el género *Pinus*. Al tomar en consideración las latifoliadas del estrato intermedio se eleva a un valor de 352 arb/ha.
3. Las especies arbóreas más importantes después del Pino, son *liquidambar styraciflua*, *Myrica cerifera*, *Rhus striata*, *Hedyosmum mexicanum*, *Quercus* sp., y *Juglans guatemalensis*.
4. Los datos de área basal promedio para el género *Pinus* es de 22.7676 m²/ha, dato que se incrementa a 35.7424 m²/ha al considerar las especies latifoliadas.
5. La producción actual del bosque es de 202.785 m³/ha producto de un bosque natural sin manejo y originado de árboles padres de mala calidad y conformación.
6. El volumen total medio por árbol con corteza es de 0.7719 m³ representando un valor de 50.44 m³/parcela.
7. Existe una correlación altamente significativa entre distanciamiento promedio de los árboles y áreas basal o volumen total por parcela.
8. Las relaciones individuales entre las principales variables forestales son altamente significativas en su mayoría. La relación entre DAP-volumen y altura-volumen son altamente significativas y con un coeficiente de correlación bastante cercano a la unidad.
9. La tabla de volumen realizada por medio de correlación múltiple posee un coeficiente de correlación de 0.96, que es más elevado que el de la tabla de volumen estandar de la FAO, siendo entonces de mayor utilidad para condiciones locales.
10. Todas las curvas de crecimiento de las variables estudiadas (diámetro, área basal, altura y volumen) presentan forma sigmoide, que indica una etapa de lento crecimiento en los inicios del desarrollo, una etapa de rápido crecimiento (5-15 años) y un retorno a un crecimiento lento.
11. El incremento medio de diámetro es de 1.2266 cm/año, considerado como el de mínimo valor (incremento medio sin corteza del dap). El incremento

medio mayor se obtuvo al considerar la corteza y como promedio de todas las secciones analizadas de los árboles, con un valor de 1.833 cm/año.

12. El incremento medio en altura tiene un valor de 1.0911 m/año, y el incremento medio en volumen un valor de 0.036 m³/árbol/año.
13. El incremento periódico máximo de diámetro es de 2.27 cm/año entre los 0-5 años. El incremento periódico máximo en altura es de 1.74 m/año entre los 10-15 años. El máximo en volumen es de 0.073 m³/árbol/año entre los 5-10 años.
14. Los datos de incremento periódico obtenidos indican un descenso de la producción en relación a los incrementos iniciales, a pesar de la corta edad del rodal (22 años).
15. El incremento periódico máximo por unidad de superficie con valor cercano a 20 m³/ha/año indica un potencial productivo excelente para crecimiento de coníferas y tomando en consideración que se trata de un bosque natural sin manejo.
16. El tiempo de paso obtenido con valor de 5 años, indica un período de 10 años a partir del actual, para que el 84o/o del total del bosque esté en etapa de aserrío, con diámetros mayores a 30 cm. de dap.
17. El factor mórfico con un valor de 0.5102 indica que en un 51 o/o el árbol se asemeja a un cilindro y representa ese volumen, con respecto al ideal del cilindro.
18. El factor de corteza con valor de 0.8711 actúa sobre el diámetro promedio con corteza reduciéndolo en un 24o/o, de 201 m³/ha con corteza a 153 m³/ha sin corteza. El factor indica que el 24 o/o del volumen total es constituido por la corteza.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. ALDER, D. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estudio FAO: Montes 22/2. 1980. v. 2, 118 p.
2. KLEPAC, D. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. 2 ed. Chapingo, México, Universidad Autónoma Chapingo, 1973. 365 p.
3. PETERS, R. Inventario forestal intensivo para un proyecto de desarrollo industrial de la finca Nacional San Jerónimo. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1975. 17 p. (Doc. de Trabajo No. 15).