

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

"ESTUDIO DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE
(Pinus maximinoi H.E. Moore.) EN JALAPA,
DEPARTAMENTO DE JALAPA".

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

DE LA

FACULTAD DE AGRONOMIA

POR

ALVARO ANTONIO ESCOBAR SAGASTUME

EN EL ACTO DE SU INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS



Guatemala, febrero de 1987

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. Roderico Segura Trujillo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
VOCAL I:	Ing. Agr. Gustavo Adolfo Méndez G.
VOCAL II:	Ing. Agr. Jorge E. Sandoval I.
VOCAL III:	Ing. Agr. Mario F. Melgar Morales
VOCAL IV:	Br. Luis Molina Monterroso
VOCAL V:	T. U. Carlos E. Méndez
SECRETARIO:	Ing. Agr. Luis A. Castañeda A.

Guatemala,
Noviembre de 1986.

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad a lo que establece la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

"ESTUDIO DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE (Pinus maximinoi - H.E. Moore.) EN JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA".

Presentándolo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,



Alvaro Antonio Escobar Sagastume

AAES/.



Referencia
Asunto
.....

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

13 de enero de 1987

Ingeniero Agrónomo
César Augusto Castañeda S.
Decano
Facultad de Agronomía, USAC.



Ingeniero Castañeda:

Por este medio comunico a usted, que he terminado el asesoramiento del trabajo de tesis del estudiante Alvaro Antonio Escobar Sagastume, titulado:

"ESTUDIO DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE (Pinus maximinoi H. E. Moore) EN JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA."

Considero que este estudio llena la calidad científica que la Facultad exige como requisito para la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo, por lo que sugiero su aprobación.

Sin otro particular, me suscribo deferentemente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. José M. Leiva Pérez
ASESOR

JMLP/ngp
cc. Archivo

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS..
- A MIS PADRES.
- A MIS HERMANOS.
- A TODA MI FAMILIA.
- A MIS AMIGOS.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Señor, ofreciendo a mis padres mi trabajo.

A mis hermanos, tíos y abuelos por el apoyo brindado a través de mi carrera.

A mi Asesor, por la revisión y apoyo prestado en la presente tesis.

A los dueños de la Finca "Agua Blanca", por su colaboración en la realización de este trabajo.

INDICE GENERAL

	<u>PAGINA</u>
RESUMEN.	i
I. INTRODUCCION.	1
II. OBJETIVOS.	2
III. REVISION DE LITERATURA.	3
1. Crecimiento y rendimiento.	3
2. Clasificación de sitios forestales.	4
3. Relaciones entre diámetro, altura y edad.	5
4. Relaciones de crecimiento e incrementos en altura, diámetro y volumen.	7
5. Factor de forma.	7
IV. MATERIALES Y METODOS.	11
1. Localización del área de estudio.	11
2. Delimitación del área de las parcelas.	14
3. Estimación del rendimiento volumétrico y clasificación del sitio.	16
4. Relaciones entre diámetro, altura y edad.	19
5. Relaciones de crecimiento e incremento en altura, diámetro y volumen.	19
6. Determinación del factor de forma y datos sobre la corteza de los árboles.	22
V. RESULTADOS Y DISCUSION.	23
1. Estimación del rendimiento y clasificación del sitio.	23
2. Relaciones entre diámetro, altura y edad.	41
3. Relaciones de crecimiento e incremento en altura, diámetro y volumen.	45

INDICE GENERAL

	<u>PAGINA</u>
4. Determinación del coeficiente mórffico, datos sobre la corteza de los árboles y su relación con el DAP.	50
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	54
VII. BIBLIOGRAFIA.	57
VIII. APENDICE.	60

INDICE DE CUADROS

<u>CUADRO No.</u>		<u>PAGINA</u>
1.	Alturas registrada en plantaciones a distintas edades y en distintos sitios para algunas especies del Género <u>Pinus</u> .	8
2.	Diámetro y área basal registradas en plantaciones a distintas edades y en distintos sitios para algunas especies del género <u>Pinus</u> .	9
3.	Volumen registrado en plantaciones a distintas edades y en distintos sitios para algunas especies del género <u>Pinus</u> .	10
4.	Promedio de temperatura máximo y mínimo y de precipitación mensual.	13
5.	Datos promedio de densidad, área basal y volumen por hectárea para el estrato Pino Joven. (PJ).	27
6.	Datos promedio de densidad, área basal y volumen por hectárea para el estrato Pino Denso bajo. (PDb).	27
7.	Datos promedio de densidad, área basal y volumen por hectárea para el estrato Pino Densidad Media Alto. (PM).	28
8.	Datos promedio de densidad, área basal y volumen para el estrato Pino Ralo regeneración joven. (PRrj).	28
9.	Datos promedio de densidad, área basal y volumen por hectárea para el estrato Pino muy joven denso. (Pmj d).	29
10.	Datos promedio de densidad, área basal y volumen por hectárea para el estrato Regeneración joven pino joven. (Rj p j).	29

INDICE DE CUADROS

<u>CUADRO No.</u>		<u>PAGINA</u>
11	Datos promedio de densidad, área basal y volumen por hectárea para el estrato Pino Ralo. (PR).	30
12.	Datos promedio de densidad, área basal y volumen por hectárea para el bosque.	30
13.	Variables dasométricas por estrato. Pinus maximinoi H.E. Moore. Finca "Agua Blanca".	31
14.	Estadísticas de las variables dasométricas del bosque Finca "Agua Blanca".	32
15	Características cualitativas de los árboles Finca "Agua Blanca".	34
16.	Resultados de descripción y análisis físico mecánico del suelo.	38
17.	Clasificación de sitios forestales de la Finca "Agua Blanca" en base a los factores edáficos y climáticos según el método de Storie y Wieslander.	38
18.	Valor promedio de los elementos químicos del suelo. Finca "Agua Blanca".	39
19.	Valores promedio de los elementos físicos del suelo. Finca "Agua Blanca".	39
20.	Patrones estandars de comparación de los elementos químicos del suelo *.	40
21.	Resultados obtenidos de los árboles apeados. Finca "Agua Blanca".	45
22.	Descripción botánica de la especie y distribución geográfica (I y II).	61
23.	Formulario para toma de datos de los árboles en el campo.	64

INDICE DE CUADROS

<u>CUADRO No.</u>		<u>PAGINA</u>
24	Formulario para datos de descripción del sitio y perfil.	65
25.	Indices de clasificación de sitios forestales con base a factores edáficos y climáticos (Storie y Wieslander).	66
26.	Formulario para toma de datos de anillos.	67
27.	Descripción del sitio y de los perfiles del suelo.	68

INDICE DE FIGURAS

<u>FIGURA No.</u>		<u>PAGINA</u>
1.	Ubicación de la Finca "Agua Blanca" en el país y respecto a poblados más cercanos.	12
2.	Mapa de estratificación. Finca "Agua Blanca".	15
3.	Ubicación de parcelas de muestreo y calicatas. Finca "Agua Blanca.	17
4.	Relación de clase diamétrica con densidad y volumen por hectárea para el bosque.	24
5.	Relación DAPc.c. - Altura total en árboles del <u>Pinus maximinoi</u> . Finca "Agua Blanca".	42
6.	Relación edad - DAPc.c.	43
7.	Relación edad - altura dominante (Índice de Sitio).	44
8.	Crecimiento e incremento en altura.	46
9.	Crecimiento e incremento en diámetro.	48
10.	Crecimiento e incremento en volumen.	49
11.	Relación DAPc.c. - Coeficiente Mórfico.	51
12.	Relación del DAPc.c. con el volumen y porcentaje de corteza.	52

LISTADO DE ABREVIATURAS

ABREVIATURA

SIGNIFICADO

DAPc.c.	Diámetro a la altura del pecho (1.3 m) con corteza.
DAPs.c.	Diámetro a la altura del pecho (1.3 m) sin corteza.
IMA.	Incremento medio anual.
IVA.	Incremento volumétrico anual.
NA/ha.	Número de Arboles por hectárea.
AB/ha.	Area Basal por hectárea.
PJ.	Pino Joven.
PDb.	Pino denso bajo.
PM.	Pino densidad media (alto).
PRrj.	Pino ralo - regeneración joven.
Pmjd.	Pino muy joven denso.
RJpJ.	Regeneración joven - pino joven.
PR.	Pino ralo.

RESUMEN.

El presente estudio enmarca las principales variables que están involucradas en el crecimiento y rendimiento de un bosque natural de Pinus maximinoi H.E. Moore, en un sitio del municipio de Jalapa, - departamento de Jalapa, Guatemala.

El método de estudio se basó en el análisis de crecimiento, por medio de métodos indirectos a través del tiempo. Los datos básicos de crecimiento e incremento se obtuvieron del análisis fustal de siete árboles apiados, producto de una estratificación del bosque.

El estudio se llevó a cabo en la finca "Agua Blanca", ubicada en la comunidad denominada "Potrero de Carrillo". Se trabajó en un bosque heterogéneo, mediante el establecimiento de parcelas temporales de medición forestal. El bosque posee una edad media de 22 años.

La producción actual media del bosque es de $154.12 \text{ m}^3/\text{ha}$, con una densidad de 500 árboles por hectárea. Un diámetro medio con corteza de 20.21 cm, una altura de 18.66 metros y un volumen medio por árbol de 0.27025 metros cúbicos.

Se realizaron una serie de variables alométricas, trabajando con distintos modelos estadísticos. La mayoría resultaron significativos.

Mediante el método de clasificación de sitios forestales de Storie y Wieslander (20), se determinaron dos sitios: Clase de sitio "I" clasificado como altamente maderable y Clase de sitio "II" como medianamente maderable.

Los resultados más importantes son los incrementos medios obtenidos. Se tiene un incremento medio en diámetro de 1 cm/año, un -

incremento en altura de 0.98 m/año, un incremento en volumen de 0.0176 m³/año y un incremento volumétrico de 7.43 m³/ha/año.

Trabajando con incremento periódico se observa la disminución - actual del incremento en diámetro y altura, con relación a los incrementos iniciales, a pesar de la corta edad del rodal. Se observó que el incremento en volumen aumenta por un período más largo de tiempo.

Se obtuvo un factor mórfoico promedio de 0.3771. Se determinó que la relación DAP-Coeficiente mórfoico no es significativa.

I. INTRODUCCION.

El reconocimiento relacionado con el crecimiento y rendimiento de la población forestal, tiene un papel importante en el manejo, protección y mejora de los recursos del bosque.

Debido a la carencia de información relacionada con el crecimiento de los bosques en el país, influye en que las extensiones de madera realizadas hasta el momento, se basan únicamente en el interés por una alta acumulación del capital en el más corto - plazo posible. Esta situación problemática es debido, en parte, a la ausencia de estudios básicos y científicos y ha llevado a la disminución de la masa forestal en las últimas décadas.

Debido a la necesidad de la planificación forestal fundamentada en la experimentación, el presente estudio pretende dar datos básicos sobre el crecimiento y rendimiento del Pinus maximinoi H.E. Moore. para planificar en forma racional el manejo del bosque natural de la especie y la consecución de adecuadas metodologías que logren el aprovechamiento óptimo del sitio.

La investigación se realizó en la finca "Agua Blanca", ubicada en la comunidad llamada "Potrero de Carrillo", del municipio de Jalapa, departamento de Jalapa, en los últimos 4 meses del año de 1985 y los primeros 8 meses del año de 1986.

II. OBJETIVOS.

GENERAL:

Estudiar las principales variables que están involucradas en el crecimiento y rendimiento de un rodal natural del Pinus maximinoi H.E. Moore., en un sitio que ocupa en la finca "Agua Blanca", Jalapa, Jalapa.

ESPECIFICOS:

1. Estimar el rendimiento del Pinus maximinoi H.E. Moore, en condiciones de bosque natural y clasificar el sitio.
2. Determinar las relaciones entre diámetro, altura y edad de los árboles de Pinus maximinoi H.E. Moore.
3. Determinar el crecimiento e incremento en altura, diámetro y volumen del Pinus maximinoi H.E. Moore.
4. Determinar el factor mórfoico de la especie, datos sobre la corteza de los árboles y su relación con el diámetro.

III. REVISION DE LITERATURA.

1. Crecimiento y Rendimiento:

La estimación del crecimiento o del rendimiento, implica el problema de definición del rendimiento (2).

La diferencia fundamental que existe entre crecimiento y rendimiento es la siguiente:

- a) Crecimiento se refiere al incremento del árbol o masa forestal observado, en ellos íntegramente (Aumento general en peso y volumen).
- b) Rendimiento es el volumen de los árboles de una cosecha o el volumen de los árboles de un grupo particular de especies por unidad de superficie (2,11).

El crecimiento puede ser estudiado a nivel de un solo árbol, o bien, a nivel de un rodal. Del mismo modo, puede ser enfocado básicamente bajo aspectos fisiológicos (11).

Es bastante complicado obtener datos representativos o de utilidad práctica con un estudio general de crecimiento. Ello implica la utilización de medidas más útiles por el término llamado incremento. Este significa el crecimiento de un árbol o masa forestal en un período determinado de tiempo. Algunas variaciones de esta modalidad son el incremento corriente anual, el incremento periódico, el incremento total, incremento anual (incremento corriente), incremento medio anual (incremento medio). Estos incrementos se consideran como incremento absoluto (3).

El crecimiento relativo consiste en la determinación del crecimiento absoluto en determinada etapa o período, del desarrollo general de la masa forestal o del árbol indivi-

dual. Generalmente se presentan como la relación entre el crecimiento anual y el valor de la magnitud que procede al comienzo del año en que el crecimiento se produce (2,11).

Los métodos principales para calcular el incremento se clasifican en tres grandes grupos:

a) Método del incremento absoluto:

Se usa el incremento en diámetro observado en el crecimiento total del árbol (14).

b) Método del incremento porcentual:

Se basan en tablas promedio de incremento de dos entradas (diámetro promedio-número de anillos en X cm) presentando los resultados en por ciento de incremento de área basal. Las fórmulas de A. Schaeffer, de Seider, de L. Schaeffer representan este método (11).

c) Método de paso de una categoría diamétrica a otra:

Se basa en la dinámica del crecimiento del árbol. Abarca el método general del tiempo de paso (basado en la medición del incremento en diámetro, por medio del cual se calcula el porcentaje de árboles que pasan de una categoría diamétrica a otra) y el método de Ken Neth Davis (basado en la elaboración de gráficas) (12).

Para obtener datos confiables de rendimiento menciona Mackay (10), es necesario llevar registros permanentes de los bosques; o el apeo del árbol, para practicar cuidadosamente su análisis epidométrico.

2. Clasificación de sitios forestales:

Storie y Eieslander (20), describen un sistema de clasificación de sitios forestales sobre la base de los grupos de factores edáficos y climáticos: Textura, profundidad, alca-

linidad, drenaje, escurrimeinto superficial y clima; este último sobre la base de la precipitación anual únicamente. Este sistema fue empleado para estudios de sitios forestales en Sierra Nevada y Cordillera Costera de California, Estados Unidos, con altitudes de 2,500 a 8,500 pies y una precipitación de 60 a 70 pulgadas anuales. Este sistema presenta un cuadro de índice de evaluación de los factores de sitio. Tamm (21), en Suiza, menciona que el análisis mecánico y mineralógico del subsuelo en conexión con observaciones cuidadosas del perfil, pueden ser usadas para la clasificación de sitios forestales.

2.1. Crecimiento volumétrico y su relación con el sitio:

El volumen es función directa de la altura y el área basal y por lo mismo se verá influenciado por los mismos factores que determinan el crecimiento en altura y área basal. Es decir, las características del medio ambiente, el clima y el suelo determinarán el crecimiento volumétrico (22). De acuerdo a las investigaciones de Sacha y Knop citado por Wilde (22), encontraron diez elementos esenciales para el desarrollo de los árboles que son: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S y Fe. Las plantas por tomar el C, O e H del agua o del aire no se los toma en cuenta.

3. Relaciones entre diámetro, altura y edad:

Las variaciones de crecimiento diamétrico, volumétrico y altura de los árboles tienen una correlación positiva, obedeciendo estos cambios a causas similares de sitio (3). Esto prueba que el crecimiento en altura puede ser usado para la formación de Índice de Sitio.

La relación entre el diámetro y la edad, al ser graficada sigue un patrón sigmoide característico del crecimiento biológico en general. El crecimiento en diámetro depende de la cantidad de reservas acumuladas durante el año, pero, el medio ambiente tiene una marcada influencia (3,11).

El crecimiento en altura mantiene un patrón estacional de crecimiento y también sigue un curso similar en forma de S. Al correlacionar la curva altura-edad está determinándose el Índice de Sitio, es usada la altura, ya que la densidad no posee un efecto significativo sobre esta, dejando como factores de mayor influencia al clima y al suelo (3, 11).

El Índice de Sitio, se define como una "expresión de la calidad de sitio basado en la altura de la población dominante, a una edad índice", expresa, por lo tanto, la productividad de un área determinada de acuerdo a la especie (3).

Se ha tomado la altura dominante como un indicador confiable del potencial de producción de los bosques uniformes (15). Los forestales holandeses para conocerla dividen la masa en cuadros de diez por diez metros, midiendo en cada cuadro el árbol más grande, el promedio de dichas alturas es considerado como altura dominante (11). Una definición ampliamente aceptada de altura dominante, es la altura promedio de los cien árboles más gruesos por hectárea (2).

La calidad de sitio es la cantidad de madera que crece en un área determinada de terreno, dentro de un tiempo determinado, y el Índice de Sitio es un método indirecto para conocerla.

4. Relaciones de crecimiento e incrementos en altura, diámetro y volumen:

Para la reconstrucción del crecimiento de la altura, se necesita anotar la altura de medición y contar los anillos a esa altura (8), de cuyos datos se deriva la curva de incremento en altura. En el Cuadro 1, se presentan alturas a diferentes edades para algunos rodales del género Pinus.

El incremento anual en diámetro se manifiesta en los anillos de crecimiento. Al igual que el crecimiento en diámetro puede ser altamente influido por el medio ambiente (7). A través del incremento en diámetro puede conocerse el incremento en área basal y ese dato es más consistente que el incremento en diámetro, esto debido a que aunque anillos sucesivos posean el mismo ancho, no cubrirán igual área, siendo el anillo exterior el que presente una mayor área (12). Además existe una estrecha correlación entre el incremento del área basal y el volumen, dependiendo de una altura relativamente constante (8). Algunos datos de diámetro y área basal se presentan en el Cuadro 2.

La relación volumen-edad sigue un patrón sigmoide, derivando esta curva se puede obtener el incremento en volumen (11). En el Cuadro 3, se presentan algunos datos de volumen registrados a distintas edades y en distintos sitios.

5. Factor de forma:

Para calcular el volumen de la masa en pie se utiliza el coeficiente mórfico, que no es más que un factor respecto al volumen real del árbol. La principal limitante del uso del factor de forma es que este varía con la edad (11).

Cuadro 1. Alturas registradas en plantaciones a distintas edades y en distintos sitios para algunas especies del género Pinus.

Especie	Lugar	Edad (años)	Altura media	Incremento medio (m/año)
P. <u>halapensis</u> (12)	Dalmacia, Yugoslavia	20	10.0	0.50
P. <u>pinaster</u> (12)	Dalmacia, Yugoslavia	20	11.2	0.56
P. <u>strobis</u> (12)	Zelendvor, Yugoslavia	20	11.3	0.57
P. <u>caribaea</u> (6)	Turrialba, Costa Rica*	10	18.0	1.80
		10	21.1	2.11
P. <u>oocarpa</u> (6)	Turrialba, Costa Rica*	12	15.0	1.25
P. <u>kesiya</u> (6)	Turrialba, Costa Rica*	10	10.0	1.00
P. <u>patula</u> (24)	Sao Paulo, Brasil	--	----	1.80
P. <u>massoniana</u> (24)	Sao Paulo, Brasil	--	----	0.85
P. <u>taeda</u> (24)	Sao Paulo, Brasil	--	----	0.85
P. <u>khasia</u> (24)	Sao Paulo, Brasil	--	----	1.80
P. <u>caribaea</u> (24)	Sao Paulo, Brasil	--	----	1.90
P. <u>elliottii</u> (24)	Sao Paulo, Brasil*	15	08.0	0.53
(11,12,26,35)			15.0	1.00
			20.0	1.33
			11.0	0.73
			18.0	1.20
			21.0	1.40
	Sao Paulo, Brasil*	18	21.6‡	1.20
			19.2‡	1.07
			16.9‡	0.94
			14.4‡	0.80
	Sao Paulo, Brasil**	16	08.2	0.51
			12.9	0.81
	Estados Unidos	20	17.4	0.87

* Distintas calidades de sitio.

** Distintos espaciamientos iniciales.

‡ Altura dominante (m).

Cuadro 2. Diámetro y área basal registradas en plantaciones a distintas edades y en distintos sitios para algunas especies del género Pinus.

Especie		Lugar	Edad (años)	dap (cm)	G/ha (m ²)	Incremento medio	
						(cm/año)	(m ² /ha/año)
<u>P. halapensis</u>	(12)	Dalmacia, Yugoslavia	20	17.2	----	0.86	----
<u>P. strobus</u>	(12)	Río Sava, Yugoslavia	20	19.2	----	0.96	----
<u>P. pinaster</u>	(12)	Dalmacia, Yugoslavia	20	22.1	----	1.11	----
<u>P. oocarpa</u>	(6)	Turrialba, Costa Rica	12	18.4	30.6	1.53	2.55
<u>P. ayacahuite</u>	(6)	Turrialba, Costa Rica	13	13.0	----	1.00	----
<u>P. montezumae</u>	(6)	Turrialba, Costa Rica	13	19.9	----	1.53	----
<u>P. pseudostrobus</u>	(6)	Turrialba, Costa Rica	13	20.2	----	1.55	----
<u>P. tenuifolia</u>	(6)	Turrialba, Costa Rica	13	21.9	----	1.68	----
<u>P. taeda</u>	(24)	Sao Paulo, Brasil	--	----	----	1.30	----
<u>P. khasia</u>	(24)	Sao Paulo, Brasil	--	----	----	2.80	----
<u>P. patula</u>	(24)	Sao Paulo, Brasil	--	----	----	2.70	----
<u>P. massoniana</u>	(24)	Sao Paulo, Brasil	--	----	----	1.00	----
<u>P. caribaea</u>	(24)	Sao Paulo, Brasil	--	----	----	3.10	----
	(6)	Turrialba, Costa Rica	10	19.9	21.8	1.99	2.18
			10	23.3	29.5	2.33	2.95
<u>P. elliottii</u>	(16)	Sao Paulo, Brasil	11	23.5	69.9	2.14	6.35
			11	21.3	51.2	1.94	4.65
			14	15.1	50.4	1.08	3.60
			14	17.5	34.8	1.25	2.49
	(24)	Sao Paulo, Brasil	--	----	----	1.50	----

* Distintas calidades de sitio y raleo.

Cuadro 3. Volumen registrado en plantaciones a distintas edades y en distintos sitios para algunas especies del género Pinus.

Especie	Lugar	Edad (años)	$\overline{V_{cc}}$ (m ³ /ha)	Incremento medio (m ³ /ha/año)	
<u>P. elliottii</u>	Sao Paulo, Brasil (14)*	11	484†	44.0	
	Sao Paulo, Brasil (14)*	14	363†	25.9	
	Sao Paulo, Brasil (14)**	16	157	09.9	
		16	70	04.4	
	Sao Paulo, Brasil (24)**	24	464	19.3	
		24	473	19.7	
		35	834	23.8	
		35	848	24.2	
<u>P. oocarpa</u>	Turrialba, C. Rica (6)	12	262	22.2	
<u>P. taeda</u>	Sao Paulo, Brasil (24)	24	384	16.0	
<u>P. kesiya</u>	Turrialba, C. Rica (6)	10	209	20.9	
<u>P. caribaea</u>	Turrialba, C. Rica (6)	10	188	18.8	
		10	358	35.8	
<u>P. radiata</u>	Cajamarca, Perú (10)	18	319	17.7	
		Colombia (10)	05	97	19.4
			13	492	37.9
	Chile (10)	20	515	25.8	
		20	315	15.8	
		20	185	09.3	
	España (10)	20	400	20.0	
	Nueva Zelandia (10)	25	575	23.0	
	Sur Africa (10)	20	406	20.3	
	Sur-Australia (10)	20	656	32.8	

* Distintas calidades de sitio y raleo.

** Distintos espaciamientos iniciales.

† Volumen sin corteza.

IV. MATERIALES Y METODOS.

1. Localización del área de estudio:

El estudio se llevó a cabo en el bosque de la finca "Agua Blanca", ubicada en la comunidad denominada "Potrero de Carrillo", municipio de Jalapa, Jalapa; la extensión del bosque es de 234.53 hectáreas y es propiedad privada. Se encuentra ubicada a $14^{\circ} 44' 91''$ de latitud norte y $89^{\circ} 57' 03''$ de longitud oeste, a una altura de 1,800 metros sobre el nivel del mar. La distancia total de Guatemala a la finca es de 116 kilómetros. La localización se presenta en la Figura No. 1.

1.1. Historial del bosque:

Por medio de pláticas con el administrador de la finca se anotó que en los años pasados se han hecho extracciones de tipo selectivo sin obedecer a un aprovechamiento planificado.

Los árboles existentes son el producto de los árboles padre dejados en las cosechas anteriores; se calculó que se dejaron de uno a dos árboles padre por hectárea, al observar dichos árboles presentan fuerte recto, sin bifurcaciones y señales de autopoda. Información sobre la descripción botánica de Pinus maximinoi que es la especie principal del bosque, se presenta en el Cuadro 22 del Apéndice.

1.2. Condiciones climáticas del área:

En el Cuadro 4, se presentan las condiciones de temperatura y precipitación de la estación "Potrero de Carrillo".

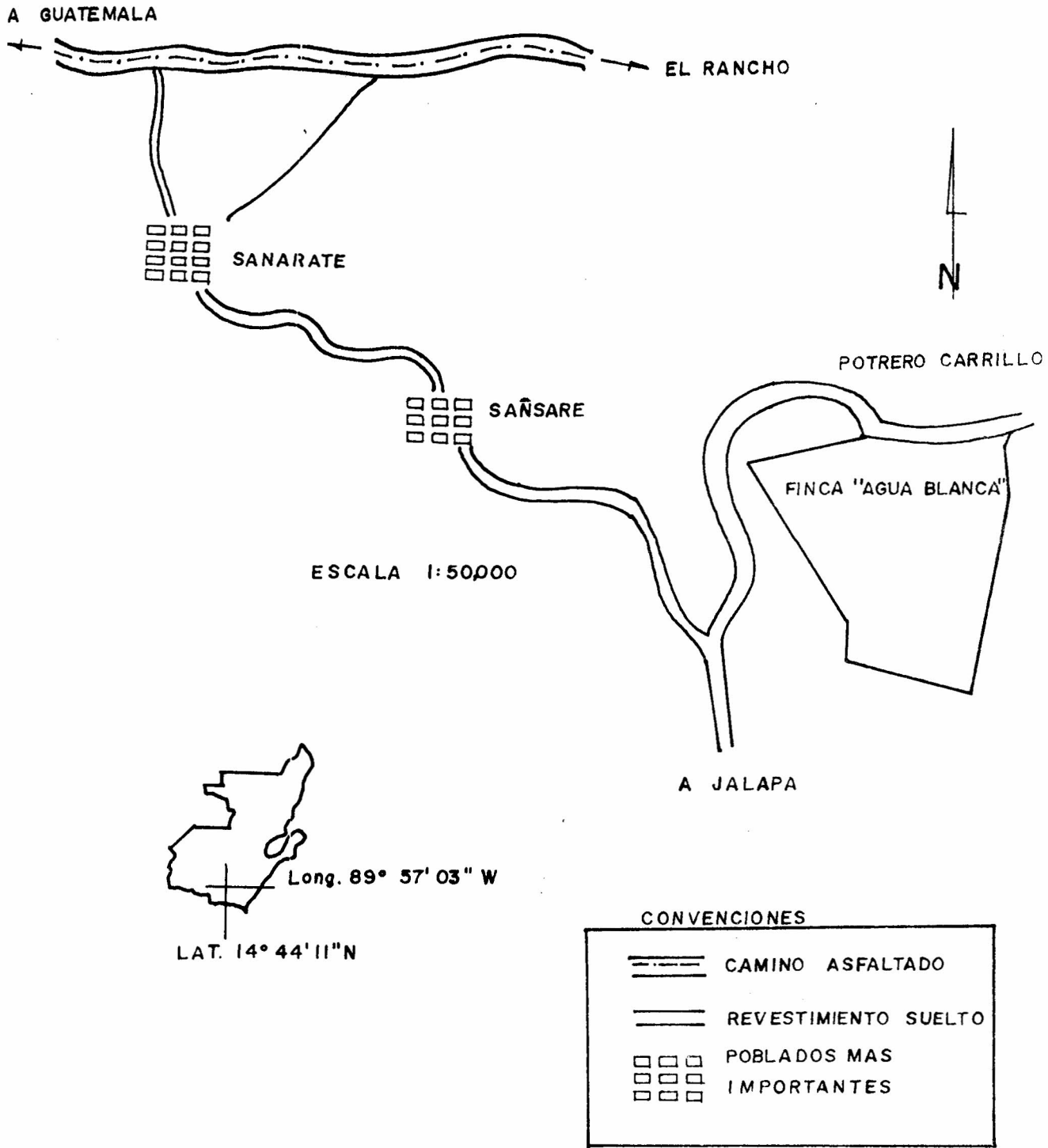


FIGURA No. 1

UBICACION DE LA FINCA AGUA BLANCA EN EL PAIS Y RESPECTO A POBLADOS MAS CERCANOS.

Cuadro 4. Promedio de temperatura máximo y mínimo y de precipitación mensual.

TEMPERATURA (°C) *			Precipitación *
Máxima	Media	Mínima	(mm)
21.8	16.7	9.6	1,120

FUENTE: Estación No. 9.1.2. INSIVUMEH

* Datos promedio de los últimos 5 años.

La finca está ubicada en la zona de Vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (7).

1.3. Cobertura vegetal:

Se recolectaron especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, utilizándose una prensa de madera y papel periódico. Para la determinación de herbáceas se utilizó una parcela de dos metros cuadrados ubicada al centro de la parcela de muestreo.

Las especies se determinaron consultando la flora de Guatemala (15), y son las siguientes:

- Especies arbóreas: Quercus brachystachys Benth.

Quercus tristis Lieb y

Liquidambar styraciflua L.

- Especies arbustivas: Rubus sp., Myrica cerífera L., Senecio pentasioides Gream., Stevia lucida L., Salvia sp., Miconia sp., Pluchea adorata L. y Lycianthes sp.

- Especies herbáceas: Oplismenus burmanii (Retz) Beauv., Euphorbia sp., Crotalaria sp., Eragrostis sp., Pereskia sp., Salvia sp., Solanum sp., Melinis sp., Tagetes sp., Mimosa sp., Allium sp. y Micropleura sp.

1.4. Relieve, hidrografía y suelos:

El área del bosque se encuentra en terrenos ondulados y quebrados, predominando las pendientes menores de 32%. No existen fuentes de agua permanentes. Según Simmons et al (19) los suelos son del tipo migajón y limoso asentados sobre rocas volcánicas pertenecientes al período terciario; presentan poca erosión.

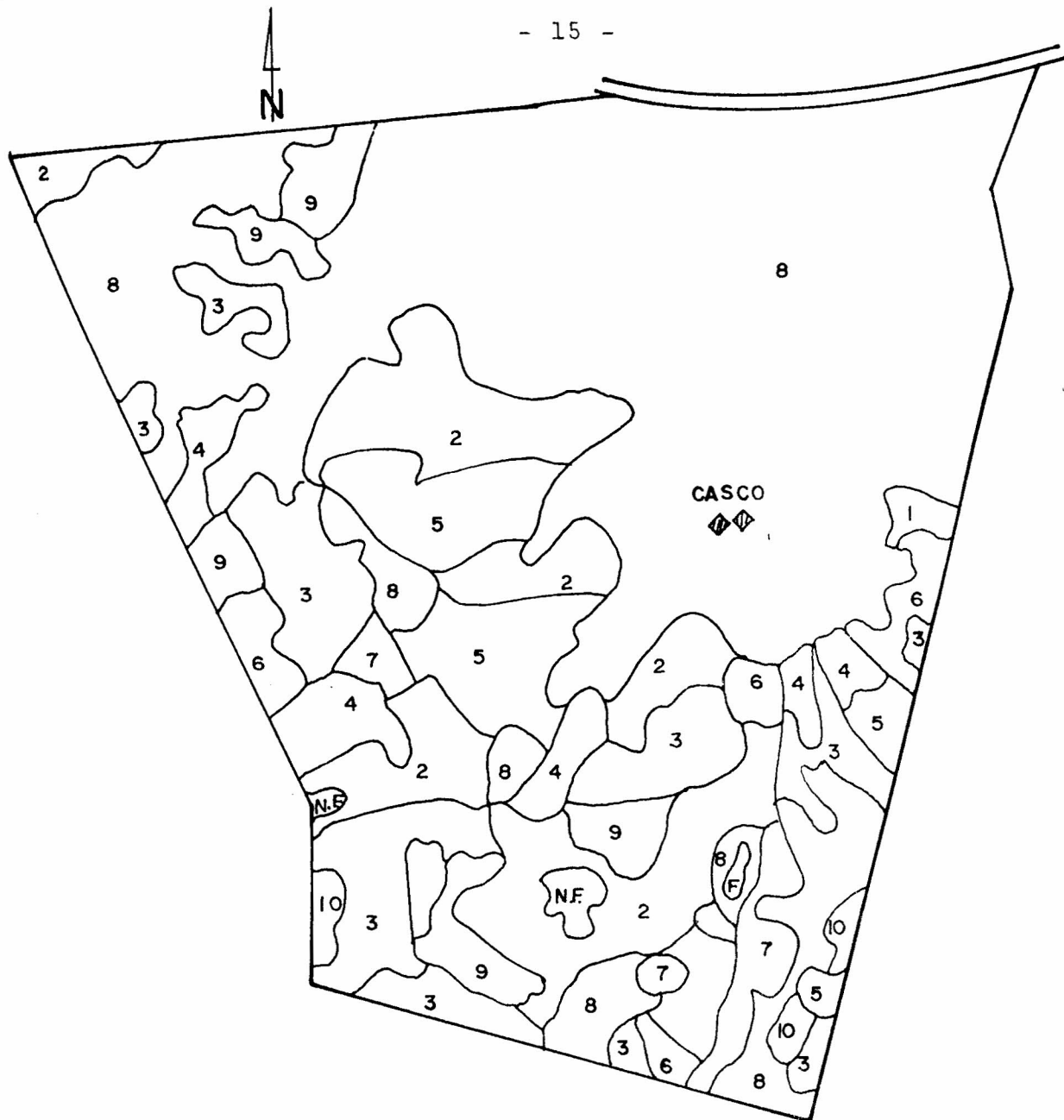
2. Delimitación del área para las parcelas:

En la Figura 2, se presenta un mapa de estratificación de la finca. Para el estudio se hizo uso de un muestreo estratificado, en base a altura, densidad y edad de los rodales del bosque; sistema utilizado en la elaboración de inventarios forestales.

La ubicación de las parcelas de muestreo se presenta en la Figura 3.

- El número de parcelas establecidas fue de 14 (2 por estrato).
- Área por parcela: 1,000 m² (20 x 50 metros).
- Delimitación de las parcelas: estacas de madera.

La parcela de muestreo se subdividió en parcelas de 100 metros cuadrados, con el objetivo de determinar la altura dominante.



ESCALA 1:18829

LEYENDA

1	Pino joven	7.66 ha.
2	Pino denso bajo	74.67 "
3	Pino densidad media (alto)	46.73 "
4	Pino raro / reg- joven	15.89 "
5	Pino muy joven denso	44.31 "
6	Pino raro	15.71 "
7	Regeneracion muy joven	12.41 "
8	Cultivos	294.47 "
9	Reg. joven/Pino joven	17.15 "
10	Guatal	5.31 "
F	Frondosas	6.70 "
N.F	No forestal	4.47 "
	TOTAL	545 "

FIGURA No. 2

MAPA DE ESTRATIFICACION. FINCA "AGUA BLANCA"

3. Estimación del rendimiento volumétrico y clasificación del sitio:

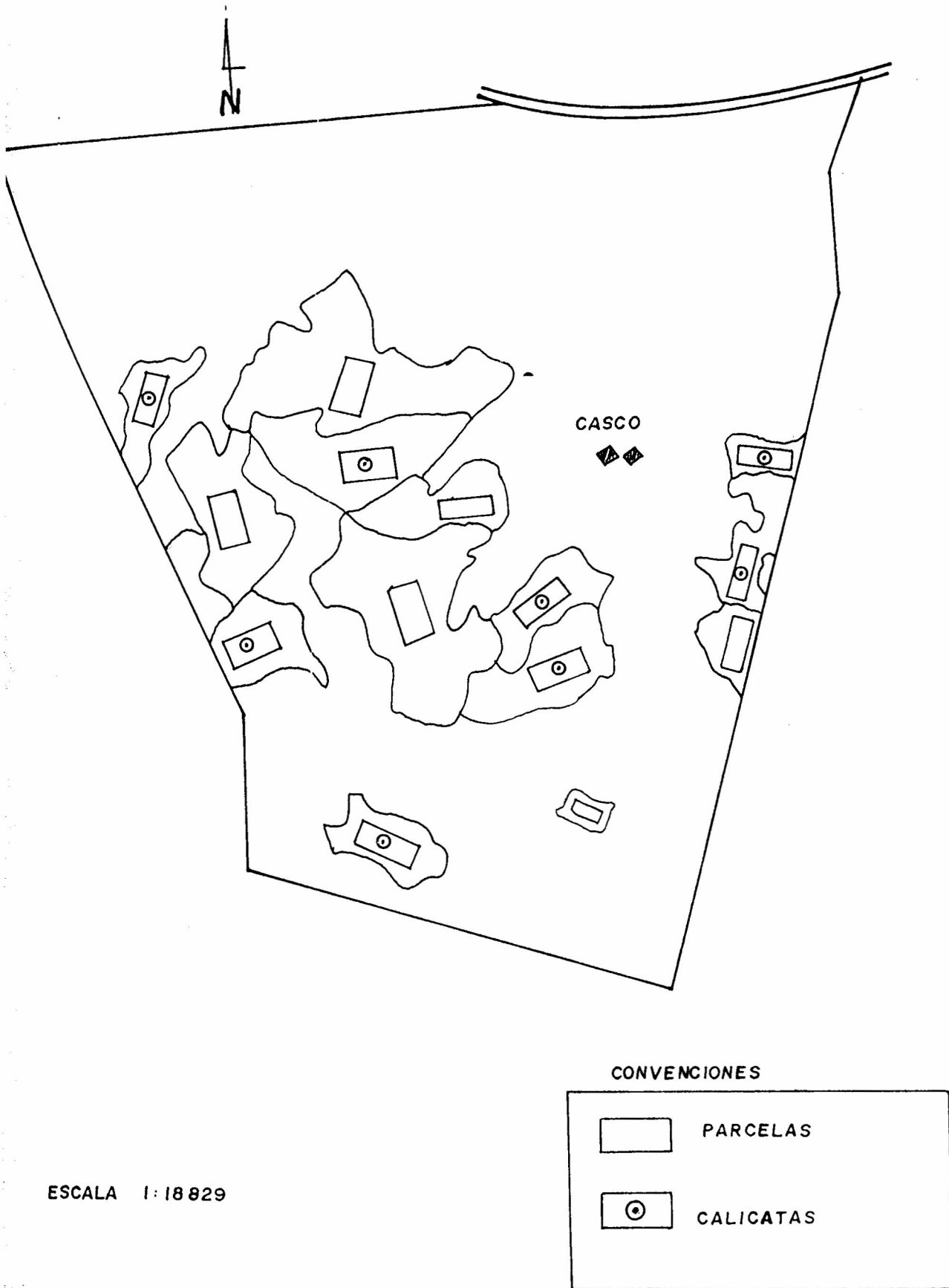
Para la determinación del volumen de los árboles se utilizó la ecuación descrita por la FAO (16), para el Pinus tenuifolia Benth., y es la siguiente: $\text{Volumen} = 0.0044171177 + 0.000028557 (D^2H)$, el DAP de los árboles se midió con cinta diamétrica y la altura total de los árboles con clinómetros. Se midieron todos los árboles que quedaban dentro de las parcelas, incluyendo los menores de 10 centímetros de DAP; los factores que se evaluaron como indicadores del sitio son:

- Profundidad del suelo.
- Textura.
- Estructura.
- pH.
- P, K, Ca y Mg.
- Densidad Aparente y Real.
- Materia orgánica.
- Color del suelo.
- Porosidad.
- Permeabilidad.
- Pendiente.
- Pedregosidad.

Con el fin de evaluar estos aspectos se tomaron datos del sitio y de 8 calicatas, en los que se anotaban los datos de descripción del perfil. La localización de las calicatas se presenta en la Figura 3.

Los datos de diámetro y altura se anotaron en el Cuadro 23 del Apéndice, este formulario permitió tomar datos sobre la calidad de los fustes.

Los datos del sitio se anotaron en el Cuadro 24 del Apéndice.



ESCALA 1:18 829

FIGURA No. 3 UBICACION DE PARCELAS DE MUESTREO Y CALICATAS. FINCA "AGUA BLANCA"

3.1. Clasificación de sitios forestales:

Para la clasificación del sitio se usó el método de Storrie y Wieslander (20), basado en los factores edáficos y climáticos, por haber sido utilizado en zonas ecológicamente parecidas a la del presente estudio.

En el Cuadro 25, del Apéndice, se presentan los valores de los índices y la fórmula para la determinación de las clases de sitio. Para la clasificación del sitio fueron tomados los siguientes grupos de factores: textura, profundidad, permeabilidad, alcalinidad y drenaje-escurrimiento superficial.

La profundidad del suelo fue medida hasta donde penetraban las raíces, que según Saldarriaga (17), se puede llamar profundidad efectiva.

Para la determinación del pH, textura, materia orgánica, P, K, Ca, Mg se tomaron muestras separadas de cada uno de los horizontes, a la vez se anotaron datos sobre su estructura, consistencia, permeabilidad, drenaje, escurrimiento superficial y la presencia de álcali; esta última siempre por observación directa guiado por la acumulación de sales en la superficie del suelo. Luego las muestras fueron secadas y tamizadas para el respectivo análisis de laboratorio.

La determinación de la textura, color, materia orgánica, densidad aparente y real fue determinada en el laboratorio de la Dirección de Riego y Avenamiento. El pH, el Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio fue determinado en el laboratorio de la Disciplina de Suelos del Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas.

4. Relaciones entre diámetro, altura y edad:

La determinación de la edad de los árboles se hizo mediante el barrenado de incrementos, obteniendo las muestras de árboles dominantes a una altura de 1.3 metros sobre el nivel del suelo, se tomó promedio de tres muestras por clase diamétrica de cinco centímetros, distribuidas uniformemente en los distintos rodales de medición; para el conteo de los anillos, las muestras eran colocadas en una pieza de madera acanalada de madera graduada en centímetros, al número contabilizado se le sumaron dos años por la etapa de establecimiento del arbolito; la pieza se graduó en centímetros para contabilizar el número de anillos en una longitud de 2.50 centímetros, para la determinación del tiempo de paso de una categoría diamétrica a otra. Los datos para la determinación de estas relaciones se anotaron en el Cuadro 23 del Apéndice.

Para la determinación de la relación diámetro-altura, se tomaron los datos de los siete árboles apeados.

Para la determinación del Índice de Sitio (Relación Edad-Altura), se determinó la edad de los árboles dominantes, en los diferentes estratos del bosque, el mismo procedimiento se utilizó para la determinación de la relación diámetro-edad.

5. Relaciones de crecimiento e incremento en altura, diámetro y volumen:

Para poder conocer la historia del crecimiento e incremento de estos parámetros del rodal o árbol, se utilizó el análisis fustal, a través del cual puede conocerse el desarrollo en altura, diámetro y volumen de acuerdo a la edad (11).

El procedimiento consistió en:

- Tumba del árbol.
- Corte de secciones cada uno, dos y tres metros de largo.
- Conteo cuidadoso y medición de los anillos de crecimiento.
- Elaboración del gráfico.

El número de árboles apeados fue de siete o sea un árbol promedio por estrato.

El registro de la información para la determinación del crecimiento e incremento se hizo en el Cuadro 26 del Apéndice.

A continuación se describen los análisis del estudio del crecimiento e incrementos en diámetro, altura y edad, que son parte del análisis fustal.

5.1. Análisis de la altura:

Para conocerla se contó el número de anillos en cada sección del árbol y a este se le sumaron dos años, por la etapa de establecimiento del arbolito. La altura que alcanzó el árbol a una edad determinada se definió así:

- Edad a la altura X = NAB - NAX

En donde:

NAB = Número de anillos en la base del árbol.

NAX = Número de anillos a la altura X.

Con los datos obtenidos se graficó la curva de crecimiento en altura, de la cual se derivó la curva del incremento.

5.2. Análisis del diámetro:

El crecimiento del diámetro es evidente en dos anillos de crecimiento, cada año el árbol produce normalmente un anillo, a veces varios anillos y a veces no elabora ningún anillo

de crecimiento, por tal razón el número de anillos no refleja la edad exacta del árbol.

Con los árboles apeados para el análisis fustal, se hizo un conteo cuidadoso de los anillos de crecimiento en cada sección del árbol. Con esta información se graficó la curva del crecimiento en diámetro, de la que se derivó la curva de incremento.

El tiempo de paso se obtuvo contabilizando el número de anillos en una longitud de 2.5 cm del exterior al interior de las secciones y muestras obtenidas con el barrenado de incrementos.

Se obtuvo el IMA en diámetro de todo el árbol, el IMA en DAP y el Incremento periódico del DAP y de todo el árbol.

5.3. Análisis volumétrico:

El volumen de los árboles se determinó como parte del análisis fustal, utilizando la fórmula siguiente:

$$V_s = \frac{AB_1 + AB_2}{2} * L$$

Donde:

V_s = Volumen de la sección.

AB_1 = Area Basal No. 1.

AB_2 = Area Basal No. 2. y,

L = Largo de la sección.

Para la última sección se utilizó la fórmula para volúmenes de conos.

El volumen total sin corteza de los árboles se relacionó con la edad y se obtuvo la curva del crecimiento en volumen de la

que se derivó la curva de incremento, de esta se obtuvo el incremento para períodos de 5 años.

6. Determinación del factor de forma y datos sobre la corteza de los árboles:

Con base en los árboles derribados para el análisis fustal, se determinó el volumen real de cada árbol y se relacionó con el volumen de un cilindro, igual a el árbol en DAP. Determinado el coeficiente mórfoico se relacionó con el DAP de los árboles.

El volumen y el porcentaje de corteza de los árboles se determinó como parte del volumen total de los árboles apeados. Luego se relacionaron variables DAP - Volumen de Corteza y DAP - Porcentaje de Corteza.

Los modelos analizados para la relación de las variables estudiadas son:

1. Modelo lineal: $Y = b_0 + b_1 * X$
2. Modelo logarítmico: $Y = b_0 * X^{b_1}$
3. Modelo geométrico: $Y = b_0 * b_1$
4. Modelo cuadrático: $Y = b_0 + b_1 * X + b_2 * X^2$
5. Modelo raíz cuadrada: $Y = b_0 + b_1 * X + b_2 * X^{0.5}$
6. Modelo Gamma: $Y = b_0 * \exp(b_1 * X) * X^{b_2}$

El modelo se escogio en base al coeficiente de correlación; mientras más se acerca a la unidad, más relacionadas están las variables.

V. RESULTADOS Y DISCUSION.

1. Estimación del rendimiento y clasificación del sitio.

En el presente estudio se determinó la densidad, área basal, volumen de madera sin corteza por estrato y una media para el bosque.

En los Cuadros del 5 al 12 se presentan los resultados obtenidos, en ellos se observa que para los estratos PDb, Pmjd, PRRj y RjpJ, el mayor número de árboles, se encuentra en la clase diamétrica de 12.5 cm, y el mayor volumen de madera en las clases diamétricas de 22.5 y 27.5 cm. Para los estratos PJ, PM y PR el mayor número de árboles está en las clases diamétricas de 22.5, 37.5 y 32.5 cm respectivamente, ocupando estas clases o las inmediatas superiores el mayor volumen de madera.

La gráfica promedio para el bosque (Figura 4), muestra que el mayor número de árboles está en la clase diamétrica de 12.5 cm y el mayor volumen de madera en la clase de 32.5 cm.

La producción actual del bosque es de 154.12 m³/ha, una densidad media de 500 árboles por hectárea, un DAPcc medio de 23.46 cm y una altura media de 16.52 metros, a una edad media de 22 años. El bosque recibe una precipitación de 1,120 mm/año.

Nuñez (24) en 1985/86, encontró en un rodal homogéneo de Pinus maximinoi en el departamento de Cobán, una producción de 153 m³/ha, una densidad media de 352 árboles por hectárea, un DAPcc de 33.2 cm y una altura de 23.94 m, a una edad media de 22 años, recibiendo una precipitación de 2,332 mm.

Comparando los anteriores resultados se observa una igual producción de madera a una misma edad, pero la densidad es significativamente diferente, en el bosque de la finca "Agua Blanca"

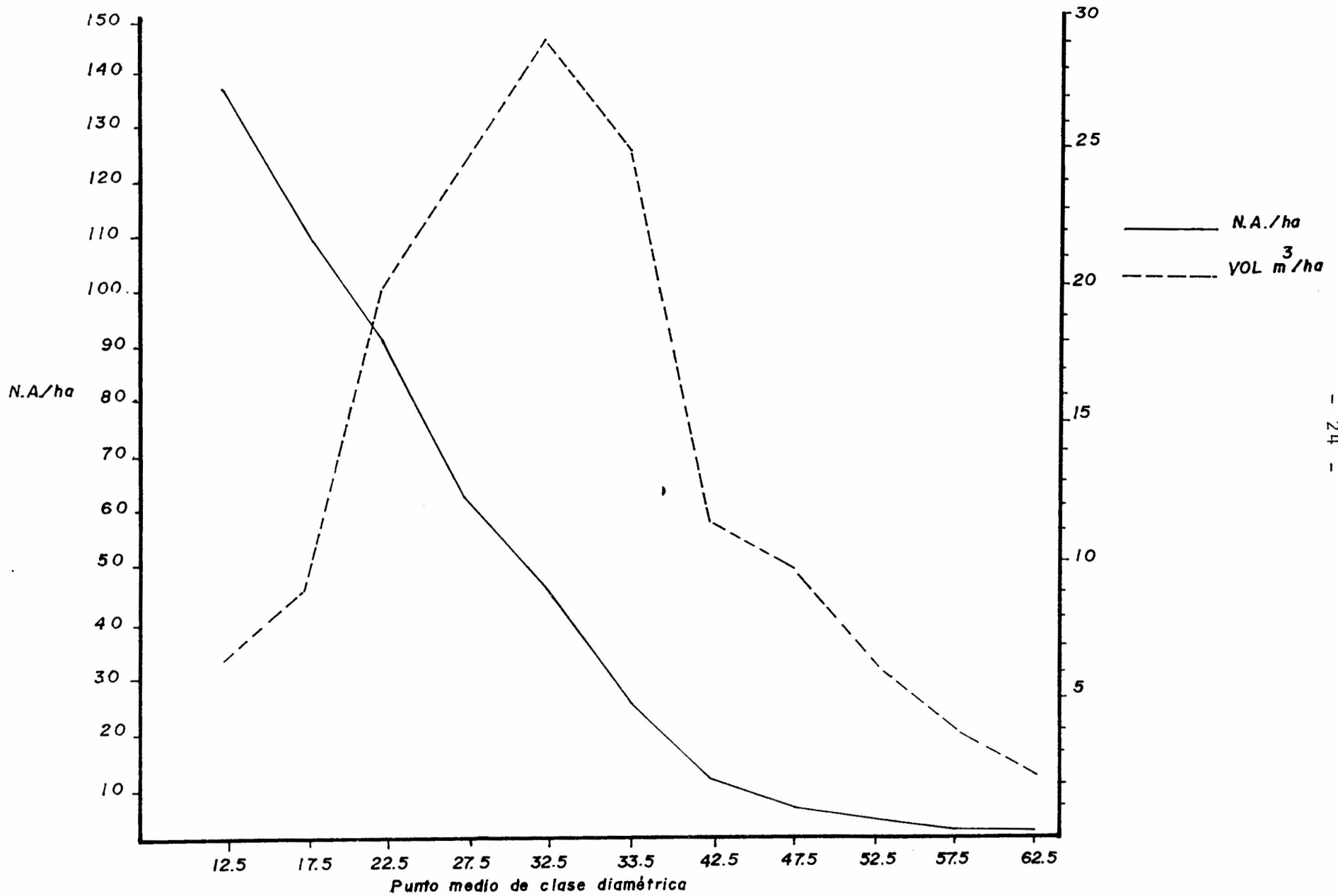


FIGURA No. 4 RELACION DE CLASE DIAMETRICA CON DENSIDAD Y VOLUMEN POR HECTAREA PARA EL BOSQUE

la densidad es mayor, lo que influye en un diámetro y altura menores, producto de un rodal heterogéneo.

En el Cuadro 2, se presentan datos de edad y volumen para algunas especies de caníferas en otros países, sitios que muestran una producción de madera relativamente mayor al área del presente estudio, seguramente debido al manejo, en lo que se refiere a espaciamiento inicial y raleos.

En el Cuadro 13, se presentan datos de edad, DAP promedios, altura, Incremento Medio anual en altura, diámetro y volumen, altura dominante y tiempo de paso de los diferentes estratos del bosque.

Del Cuadro 13, se observa que la edad media es de 22 años y que en el bosque predominan los estratos jóvenes (14, 15, 16 y 17 años) y en segundo lugar los estratos PM y PR con 30 y 42 años respectivamente.

Se observa del Cuadro 13, que el IMA en DAP, altura y volumen es mayor en los rodales jóvenes; el Incremento Volumétrico anual es menor en rodales jóvenes y mayor en los estratos PM y PR.

El bosque estudiado presenta un IMA en diámetro con un valor de 1 cm/año, en altura de 0.95 m/año y en volumen de 0.0176 m³/año; Nuñez (14), encontró en Cobán, Alta Verapaz, un IMA en DAP de 1.226 cm/año, en altura de 1.09 m/año; datos similares a los del presente estudio; el IMA en volumen es relativamente mayor con un valor de 0.036 m³/año, seguramente debido a la homogeneidad del sitio.

Comparando datos de IMA en altura y diámetro (Cuadros 1 y 2) en otros países; los resultados del presente estudio en algunos países se muestra superior y en otros inferior.

Para el bosque de la finca "Agua Blanca", el tiempo de paso de categoría diamétrica (5 cm) es de 5 años, dato similar al encontrado en el bosque de la finca de Cobán con un valor de 5.41 años, con este dato se obtiene el porcentaje de árboles que pasarán a etapa de aserrío en determinado tiempo.

En el Cuadro 14, se presentan los datos estadísticos para el bosque; se observa una significativa variación en el DAP (C.V. = 23%), la altura muestra un coeficiente menor (13%), seguramente debido a que el diámetro está más influenciado por el medio ambiente, principalmente la densidad y la altura depende más de las condiciones edáficas.

Se observa que el volumen de madera entre estratos muestra una elevada variación (C.V. = 42.30%), de lo que se deduce la heterogeneidad del bosque.

En el Cuadro 14, se observa que la densidad presenta una mediana variabilidad (C.V. = 13%), para el IMA en altura la variabilidad no es significativa entre los estratos estudiados; el IMA en DAP muestra una alta variabilidad entre los rodales (C.V. = 23%) y el IMA en volumen muestra una mediana variabilidad con un coeficiente de variación de 12.05%, la variabilidad del tiempo de paso de clase diamétrica no es significativa entre los estratos, a excepción del estrato PM donde se observa un tiempo de paso de 10.3 años, un valor del doble a la media del bosque.

Cuadro 5. Datos promedio de densidad, área basal y volumen por hectárea para el estrato Pino Joven. (PJ)

CLASE DIAMETRICA	NA/ha	AB m ² /ha	%	Vol m ³ /ha
10 - 14.9	80	1.0329	4.040	4.4462
15 - 19.9	70	1.8763	8.597	9.4604
20 - 24.9	140	5.6380	25.874	28.4731
25 - 29.9	85	5.0935	24.400	26.8585
30 - 34.9	50	4.0080	21.126	23.2471
35 - 39.9	5	0.5671	3.315	3.6479
40 - 44.9	5	0.8382	5.104	5.6161
60 - 64.9	5	1.6337	7.537	8.2940
TOTALES:	440	20.7165	100.00	110.0433

Cuadro 6. Datos promedio de densidad, área basal y volumen por hectárea para el estrato Pino Denso Bajo (PDb).

CLASE DIAMETRICA	NA/ha	AB m ² /ha	%	Vol m ³ /ha
10 - 14.9	225	2.6535	8.1656	11.3043
15 - 19.9	190	4.5925	18.528	24.1876
20 - 24.9	130	5.0787	23.996	31.2998
25 - 29.9	55	3.1896	15.550	20.3604
30 - 34.9	25	2.0266	11.987	15.6558
35 - 39.9	5	0.5620	2.150	2.7890
40 - 44.9	15	1.3460	7.836	10.2354
50 - 54.9	10	2.2450	11.118	14.6109
TOTALES:	655	21.6833	100.00	130.6022

Cuadro 7. Datos promedio de densidad, área basal y volumen por hectárea para el estrato Pino Densidad Media Alto (PM).

CLASE DIAMETRICA	NA/ha	AB m ² /ha	%	Vol m ³ /ha
10 - 14.9	25	0.2743	0.462	1.4125
15 - 19.9	54	1.3835	3.355	10.2500
20 - 24.9	60	2.3288	6.226	11.0200
25 - 29.9	129	4.1198	21.756	66.4580
30 - 34.9	106	4.9238	25.584	78.1500
35 - 39.9	80	6.7567	26.112	79.765
40 - 44.9	39	3.5560	16.494	50.384
TOTALES:	493	23.3430	100.00	305.469

Cuadro 8. Datos promedio de densidad, área basal y volumen por hectárea para el estrato Pino Ralo Regeneración Joven (PRrj).

CLASE DIAMETRICA	NA/ha	AB (m ² /ha)	%	Vol m ³ /ha
10 - 14.9	125	1.4825	4.346	5.4177
15 - 19.9	45	0.9849	3.857	4.8084
20 - 24.9	40	1.7196	8.752	10.9104
25 - 29.9	55	2.7340	17.172	21.4083
30 - 34.9	35	2.4321	18.980	23.6611
35 - 39.9	45	5.5512	46.900	58.4626
TOTALES:	345	19.904	100.00	124.6683

Cuadro 9. Datos promedio de densidad, área basal y volumen por hectárea para el estrato Pino Muy Joven Denso (Pmjd).

CLASE DIAMETRICA	NA/ha	AB/m ² /ha	%	Vol m ³ /ha
10 - 14.9	355	4.0802	12.185	17.2026
15 - 19.9	265	6.2846	23.100	32.6200
20 - 24.9	190	7.3057	28.534	40.5676
25 - 29.9	60	3.4237	13.508	19.0710
30 - 34.9	35	2.7888	12.694	17.9212
35 - 39.9	5	0.0598	2.292	3.2355
40 - 44.9	5	0.0660	3.385	4.7784
50 - 54.9	5	0.1062	4.634	6.5415
TOTALES:	920	24.115	100.00	141.1735

Cuadro 10. Datos promedio de densidad, área basal y volumen por hectárea para el estrato regeneración Joven Pino Joven (RjpJ).

CLASE DIAMETRICA	NA/ha	AN m ² /ha	%	Vol m ³ /ha
10 - 14.9	145	1.8281	8.242	7.6023
15 - 19.9	150	3.4407	18.401	16.9739
20 - 24.9	65	2.4221	13.795	12.7252
25 - 29.9	40	2.2006	14.329	13.2172
30 - 34.9	25	1.9401	13.117	12.1000
35 - 39.9	30	3.1242	21.686	20.0040
40 - 44.9	5	0.7603	3.576	3.2991
45 - 49.9	5	0.9700	6.858	6.3254
TOTALES:	465	16.686	100.00	92.2439

Cuadro 11. Datos promedio de densidad, área basal y volumen por hectárea para el estrato Pino Ralo (PR).

CLASE DIAMETRICA	NA/ha	AB m ² /ha	%	Vol m ³ /ha
10 - 14.9	10	0.1465	9.316	0.5500
15 - 19.9	15	0.3239	1.070	1.8339
20 - 24.9	15	0.6636	3.081	5.3667
25 - 29.9	10	0.5651	2.831	4.9316
30 - 34.9	50	4.0613	19.264	33.5636
35 - 39.9	5	0.0521	19.964	3.4211
40 - 44.9	10	1.4727	0.790	1.3748
45 - 49.9	35	5.7316	40.143	69.9295
50 - 54.9	10	4.0696	13.990	24.3710
55 - 59.9	10	4.8210	16.566	28.8581
TOTALES:	170	21.9074	100.00	174.2000

Cuadro 12. Datos promedio de densidad, área basal y volumen por hectárea para el bosque.

CLASE DIAMETRICA	NA/ha	AB m ² /ha	%	Vol m ³ /ha
10 - 14.9	138	1.6425	4.363	6.7824
15 - 19.9	113	2.6981	9.205	14.3092
20 - 24.9	91	3.5937	12.900	20.0509
25 - 29.9	62	3.0466	15.835	24.0150
30 - 34.9	47	2.8792	18.776	29.1855
35 - 39.9	26	2.4629	16.089	24.9900
40 - 44.9	11	1.2682	7.472	11.6100
45 - 49.9	6	0.9274	7.008	10.8037
50 - 54.9	4	0.9173	4.184	6.0033
55 - 59.9	1	0.6887	2.652	4.0026
60 - 64.9	1	0.4668	1.524	2.3697
TOTALES:	500	20.5915	100.00	154.1223

Cuadro 13. Variables dasométricas por estrato.
Pinus maximinoi H.E. Moore. Finca "Agua Blanca".

ESTRATO	INCREMENTO MEDIO ANUAL			IVA *	EDAD PROMEDIO (años)	ALTURA PROMEDIO (m)	DAPsc PROMEDIO (cm)	DAPcc PROMEDIO (cm)	TIEMPO DE PASO (años)	ALTURA DOMINANTE (m)
	ALTURA (m/año)	DAPsc (cm/año)	VOLUMEN (m ³ /año)							
PJ	1.02	1.06	0.0198	6.112	18	18.32	19.12	22.39	4.6	18.5
PD _b	1.08	1.10	0.0183	8.134	16	17.39	17.67	20.45	4.6	18.25
PM	0.71	0.84	0.0198	10.160	30	21.31	25.10	29.05	10.3	25.15
PrR _j	1.05	1.09	0.0195	7.293	17	18.00	18.54	21.71	6.8	23.70
Pm _j d	1.14	1.11	0.0138	10.072	14	16.92	15.33	17.95	5.2	17.45
PR	0.55	0.71	0.0180	4.141	42	23.20	29.62	33.63	5.00	24.75
RJ _p J	1.08	1.06	0.0142	6.132	15	16.38	15.92	18.45	4.6	16.94
SUMA-TORIA	6.63	6.97	0.1234	52.031	152	131.52	141.50	163.83	41.1	145.54
MEDIA	0.95	1.00	0.0176	7.432	22	18.78	20.21	23.46	5.87	20.80

* Vol. = $-0.5525272 + 0.03026 (DAPcc) + 0.0126 (H)$ (r = 0.98)

Cuadro 14. Estadísticas de las variables dasométricas del bosque Finca "Agua Blanca".

VARIABLE	E S T A D I S T I C O			
	MEDIA	VARIANZA	DESVIACION ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACION
DAPsc	20.21 cm	22.43	4.74	23.45%
Altura	16.52 m.	5.27	2.30	13.92%
Volumen	154.12 m ³ /ha	4249.47	65.19	42.30%
Densidad	500 Arb/ha	46.60	68.26	13.65%
IMA DAPsc	0.98 cm/año	0.051	0.227	23.14%
IMA Altura	0.96 m/año	0.0014	0.038	3.90%
IMA Volumen	0.0176 m ³ /año	0.0000045	0.0021	12.05%
Tiempo de paso	5.87 años	0.1143	0.3380	5.8%

Cuadro 15. Características cualitativas de los árboles
Finca "Agua Blanca".

ESTRATO	Clase I %	Clase II %	Clase III %	Clase IV %
PJ	76	19	4	1
PDb	68	27	3	2
PM	65	20	10	5
PrRj	82	8	4	6
Pmj d	64	14	9	13
PR	81	6	6	7
Rj/Pj	66	16	7	11
MEDIA	71.71	15.71	6.14	6.44

La descripción de las clases es la siguiente:

Clase I: Arbol sano que no presenta ningún ataque de plagas, enfermedades y su conformación es recta.

Clase II: La conformación del fuste no es completamente vertical pero si recta.

Clase III: Arbol bifurcado (con dos ramas apicales).

Clase IV: Arbol con curvatura a lo largo del fuste.

1.2. Clasificación del sitio.

Los resultados del suelo, del análisis mecánico, consistencia, profundidad, drenaje, permeabilidad y álcali se presentan en el Cuadro 16. De este Cuadro se observa que todas las unidades muestrales presentaron textura franco arenosa, - factor que indica una buena permeabilidad del suelo; excepto el estrato PR (unidad muestral No. 2) que presenta una textura - franco arcillo-arenosa, lo que influye en una mediana permeabilidad y en un excesivo escurrimiento, del Cuadro se observa que todas las unidades muestrales los suelos son profundos, sin - álcali y bien drenados.

En el Cuadro 17, se presenta la clasificación forestal del sitio, de acuerdo al método de Storie y Wieslander (20), en el - Cuadro se observa que todas las variables presentan una calificación de 80% de permeabilidad y drenaje la que hace bajar la calidad del sitio (Clase del sitio II).

Las otras unidades muestrales se clasifican como CLASE DE SITIO I, indicando esto que todas las variables edáficas presentan una elevada calificación.

La descripción de las clases es la siguiente:

- a) Clase de sitio I, con 94% de índice de calificación final y considerado como altamente maderable.

Pertenecen a esta clase todas las unidades muestrales observadas, excepto la unidad muestral No. 2 (Estrato PR). La clase de sitio I ocupa el 93% del área total del bosque y se encuentra en las partes colinadas de la finca. Toda el área posee suelos profundos de textura liviana, permeables, sin - álcali, con buen drenaje y recibiendo una precipitación de 1,120 mm anuales.

b) Clase de sitio II, con 57.6% de calificación final y considerado como medianamente maderable.

Pertenece a esta clase el estrato PR, se encuentra en las partes bajas de la finca. Los suelos son profundos, de textura pesada, consistencia plástica, medianamente permeables, con mal drenaje y recibiendo una precipitación de 1,120 mm anuales. Ocupa un 7% del área del bosque.

En el Cuadro 18, se presentan los valores de los elementos químicos del suelo. Los valores medios son: Un pH de 5.95, valor poco variable en las unidades muestrales, 3.3 Microgramos/ml de P; se observa que en las unidades muestrales 2 y 3 el valor del P es relativamente mayor, 72.9 Microgramos/ml de K; para la unidad muestral No. 2 el valor del K muestra un valor relativamente mayor, el Ca con un valor de 1.90 variando en la unidad muestral No. 2 con un valor de 4.24 Meq/100 ml de suelo, el Mg con un valor de 0.68 Meq/100 ml de suelo, valor que se presenta mayor en la unidad muestral No. 2 y la materia orgánica con un valor medio de 1.82%, tomando en cuenta solamente los dos primeros horizontes del suelo.

Comparando estos datos con el Cuadro de patrones estándares de los elementos químicos del suelo (Cuadro 20), se observa que los elementos químicos del suelo en la finca son bajos y que la materia orgánica es medianamente baja.

En el Cuadro 19, se presentan en porcentaje los datos de textura del suelo; se observa una predominancia de las arenas (70.7%), el limo con un valor medio de 16% y la arcilla con un valor de 13.3%, en todas las unidades muestrales se observa la situación anterior a excepción de la unidad muestral No. 2 (Estrato PR), en donde la arena tiene un valor de 63.3%, la arcilla un valor de 19.4% y el limo 17.3%, lo que da como resultado una textura

más pesada y una consistencia plástica al suelo, la densidad aparente y real en esta unidad muestral presentan un valor menor y el porcentaje de porosidad total es significativamente mayor.

El valor medio de densidad aparente es de 1.49 g/cc, la densidad real con un valor de 2.3 g/cc y la porosidad total con un valor medio de 34%.

En el Cuadro 27 del Apéndice se presentan la descripción de los sitios y del perfil del suelo.

Cuadro 16. Resultados de descripción y análisis físico mecánico del suelo.

ESTRATO	# UNIDAD MUESTREAL	TEXTURA TEXTURA	PROFUNDIDAD (m)	PERMEABILIDAD	ALCALINIDAD	DRENAJE Y ESCURRI-MIENTO.
PJ	1	F.A*	1.50	Permeable	No afec.	Bien Dren.
PR	2	F.A.A.**	1.50	Med. Perm.	No afec.	Exces. Esc.
PM	3	F.A.	1.60	Permeable	No afec.	Bien Dren.
Pmjd	4	F.A.	1.70	Permeable	No afec.	Bien Dren.
Pdb	5	F.A.	1.72	Permeable	No afec.	Bien Dren.
PJ	6	F.A.	1.75	Permeable	No afec.	Bien Dren.
PrRj	7	F.A.	1.65	Permeable	No afec.	Bien Dren.
RjPj	8	F.A.	1.60	Permeable	No afec.	Bien Dren.

* = Franco Arenoso.

** = Franco Arcillo Arenoso.

Cuadro 17. Clasificación de sitios forestales de la Finca "Agua Blanca" en base a los factores edáficos y climáticos según el método de Storie y Wieslander.

# UNIDAD MUESTREAL	TEXTURA Y PROFUNDIDAD.	PERMEABILIDAD	ALCALINIDAD.	DRENAJE Y ESCURRI-MIENTO	CLIMA (pp)	CALIF. FINAL	CLASE SITIO
1	90	100	100	100	97	87.3	I
2	90	80	100	80	97	57.6	II
3	95	100	100	100	97	92.2	I
4	98	100	100	100	97	95.1	I
5	98	100	100	100	97	95.1	I
6	98	100	100	100	97	95.1	I
7	98	100	100	100	97	95.1	I
8	95	100	100	100	97	95.1	I

Cuadro 18. Valor promedio de los elementos químicos del suelo. Finca "Agua Blanca".

# UNIDAD MUESTREAL	pH*	Microgramos/ml		Meg/100 ml suelo		MATERIA ORGANICA %**
		P*	K*	Ca*	Mg*	
1	5.8	1.7	59	1.5	0.50	1.45
2	5.9	5.8	110.3	4.24	1.21	1.45
3	6.2	5.2	76.4	2.00	0.40	3.00
4	6.0	3.8	66.0	1.62	0.82	1.72
5	6.2	1.9	51.0	1.30	0.52	1.30
6	5.7	2.5	84.8	1.64	0.77	2.30
7	5.8	2.8	77.0	1.41	0.53	2.30
8	6.0	2.75	59.0	1.55	0.70	1.10
MEDIA	5.95	3.30	72.9	1.90	0.68	1.82

* = Valores promedio de todos los horizontes del suelo.

** = Valor promedio de los dos primeros horizontes del suelo.

Cuadro 19. Valores promedio de los elementos físicos del suelo. Finca "Agua Blanca".

# UNIDAD MUESTREAL	Arc. %	Lim. %	Aren. %	Densidad aparente g/cc	Densidad real g/cc	Porosidad total %
1	11.8	16.5	71.7	1.585	2.25	30
2	19.4	17.3	63.3	1.211	1.98	39
3	9.6	14.9	75.5	1.501	2.00	25
4	9.6	17.7	72.7	1.691	2.3	26
5	14.6	16.4	69.1	1.518	2.3	34
6	13.2	15.7	71.1	1.549	2.5	38
7	12.9	14.4	72.7	1.421	2.4	41
MEDIA	13.3	16.0	70.7	1.492	2.3	34

Cuadro 20. Patrones estandars de comparación de los elementos químicos del suelo *

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
GRADO DE FERTILIDAD	REACCION	MATERIA ORGANICA	NITROGENO TOTAL	BASES INTERCAMBIABLES Ca	Mg ,	K	P DISPONIBLE	Ca Mg	Mg K
		———— % ————	————	——meq/100 g ——			——ppm——		
Alto	7.5	7.0	0.35	24.0	6.0	214.5	120	--	--
Medio	6.5	3.3	0.20	12.0	3.0	136.5	60	4.0	8.0
Bajo	5.0	0.6	0.05	4.0	1.0	78.0	20	---	---

* = Transcrito de Hardy (10).



2. Relaciones entre diámetro, altura y edad.

2.1. Relación DAPcc - Altura total.

Esta relación se muestra significativamente ($r = 0.88$) adaptándose al modelo logarítmico.

En la Figura 5, se presenta la relación de las variables con su respectiva ecuación de regresión, siendo esta de utilidad práctica en la elaboración de inventarios forestales.

De la Figura se obtiene que para un DAPcc de 25 cm se tiene una altura de 19.40 metros.

2.2. Relación Edad - DAPcc.

Esta relación mostró un coeficiente de correlación de 0.95 adaptándose al modelo cuadrático; la relación de las variables se presenta en la Figura 6.

Tomando una edad de 25 años se encuentra un DAPcc de 26 cm; a esta edad, Nuñez (14), encontró en Cobán un DAPcc de 32 cm; esta situación se debe seguramente a la mayor densidad del bosque de la finca "Agua Blanca".

2.3. Relación Edad - Altura dominante (Índice de sitio).

Esta relación resultó significativa ($r = 0.85$), adaptándose al modelo cuadrático.

La relación se presenta en la Figura 7, tomando una edad índice de 25 años se encuentra una altura de 20 metros, Nuñez (14), en Cobán encontró una altura de 24 metros, seguramente como se mencionó, es debido a la mayor densidad del bosque del presente estudio.

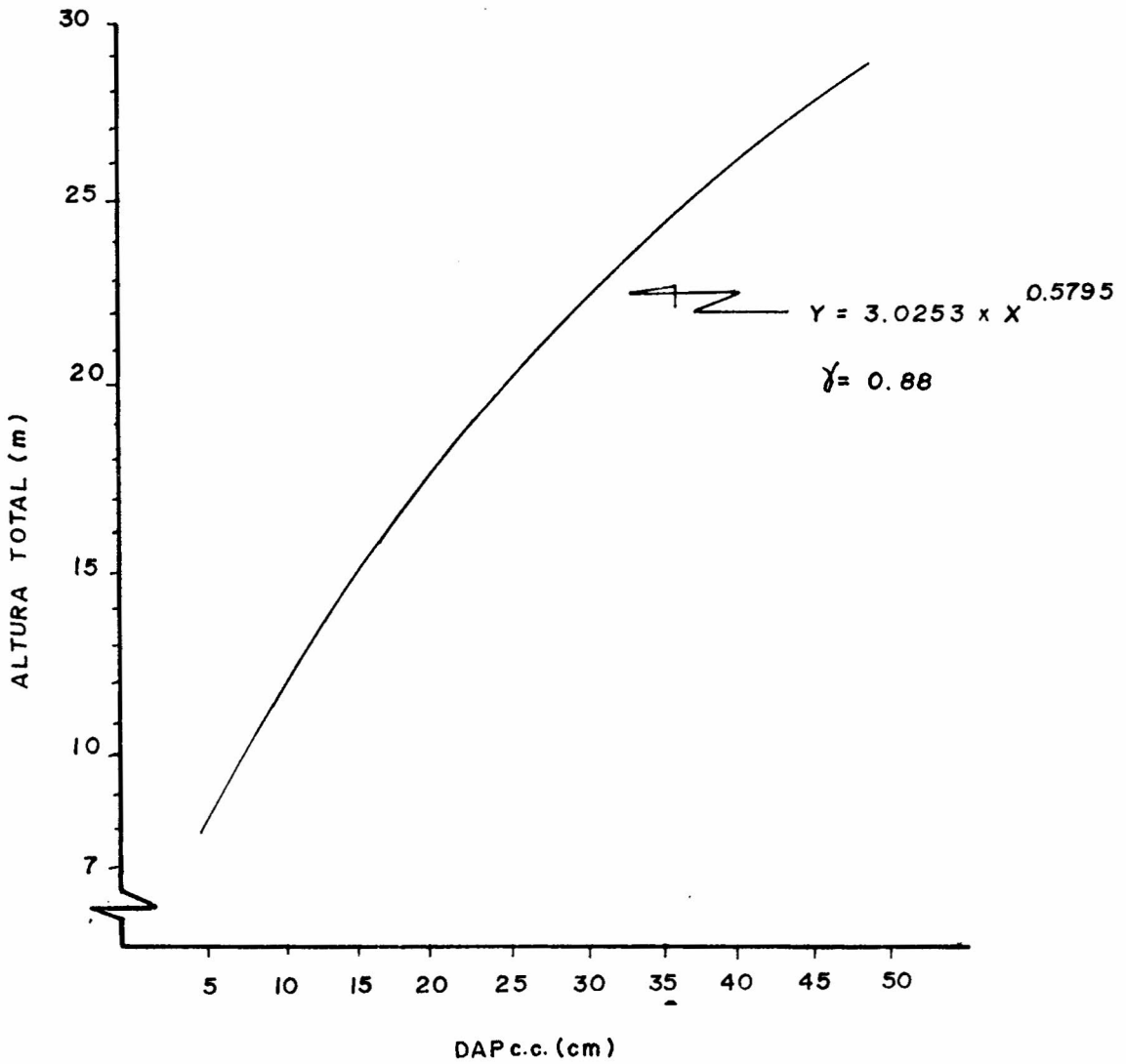


FIGURA No. 5

RELACION DAP c.c. ALTURA TOTAL EN ARBOLES
DEL P. maximinoj FINCA "AGUA BLANCA"

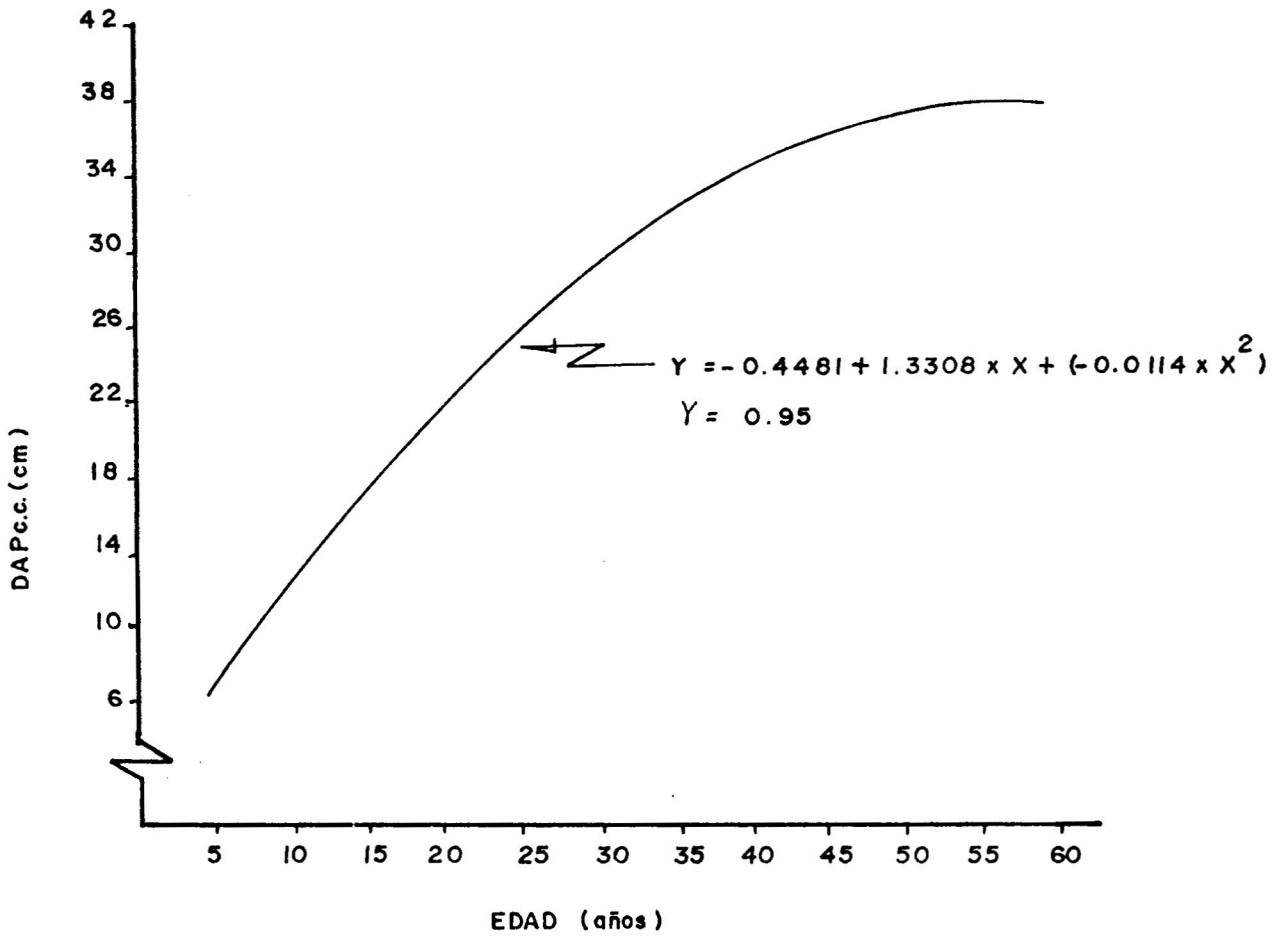


FIGURA No. 6 RELACION EDAD - DAPc.c.

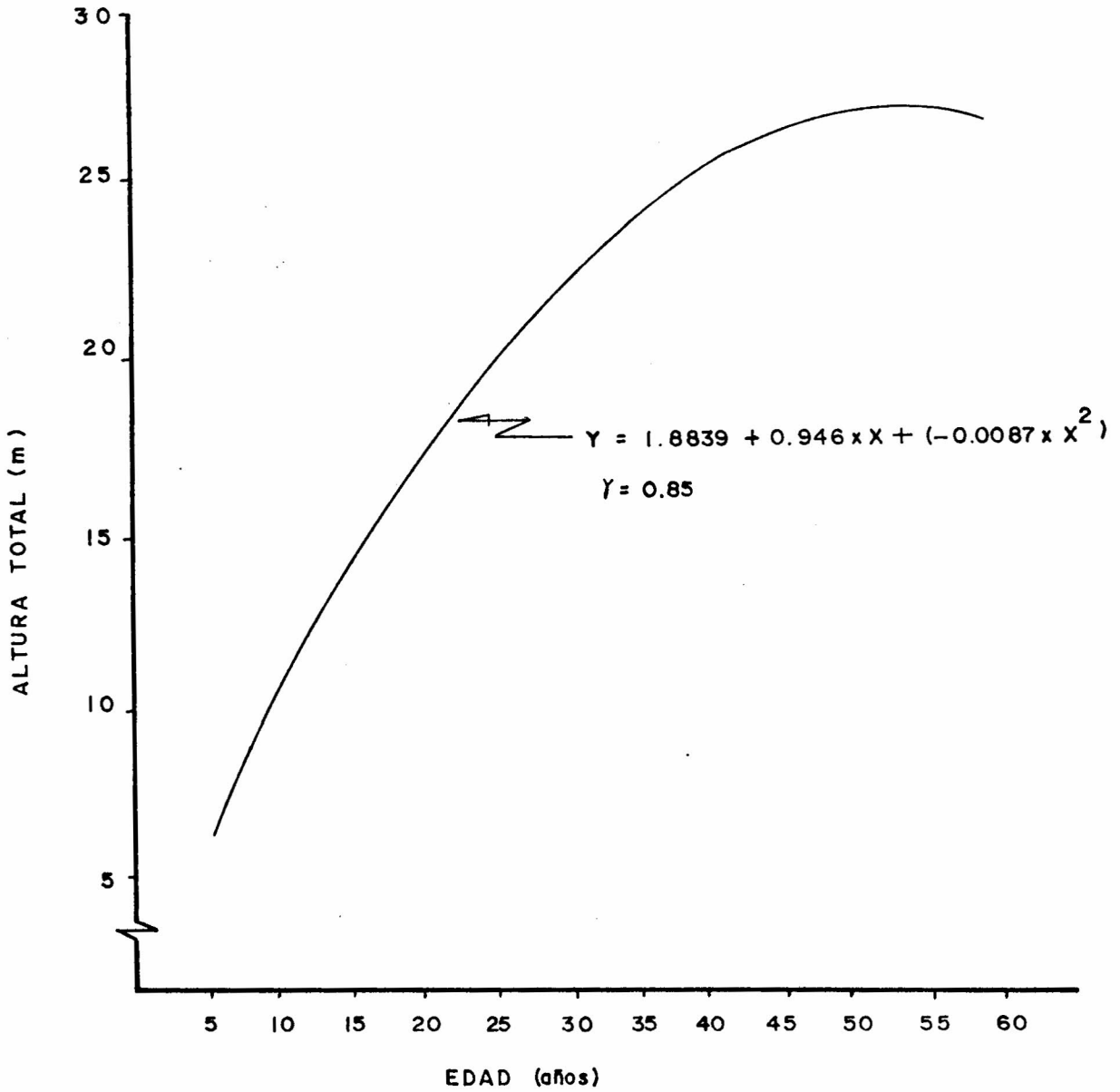


FIGURA No. 7

RELACION EDAD-ALTURA DOMINANTE (Indice de sitio)

3. Relaciones de crecimiento e incremento en altura, diámetro y volumen.

3.1. Crecimiento e incremento en altura.

En el Cuadro 21, se presentan los resultados básicos de los siete árboles apeados en los estratos de la finca.

Cuadro 21. Resultados obtenidos de los árboles apeados. Finca "Agua Blanca".

ESTRATO	DAPcc (cm)	DAPcc (cm)	EDAD (años)	ALTURA TOTAL (m)	VOLUMEN TOTAL SIN CORTEZA (m ³)	COEFICIENTE MORFICO
PJ	22.5	19.9	16	14.52	0.2343	0.406
PR	30.0	25.5	26	21.50	0.5364	0.350
PDb	17.0	14.0	17	15.73	0.1472	0.411
PM	31.75	28.25	41	26.45	0.9002	0.430
RjPj	16.50	14.20	16	17.7	0.1474	0.390
Pmj d	11.50	9.35	12	12.16	0.0524	0.420
PRrj	39.25	37.0	61	24.30	1.0346	0.352
MEDIA	24.07	21.17	27	18.91	0.4361	0.394

En la Figura 8, se presenta el crecimiento e incremento en altura del Pinus maximinoi, la relación de las variables se muestra altamente significativa ($r = 0.96$) y se adaptó al modelo cuadrático. La curva de crecimiento muestra la forma sigmoide, que indica una etapa de lento crecimiento en los inicios del desarrollo (0 - 10 años), una etapa de rápido crecimiento (10 - 15 años) y un retorno al crecimiento

EDAD	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25	25 - 30	30 - 35	35 - 40	40 - 45	45 - 50
ALTURA (m/año)	1.215	1.250	1.320	1.200	1.690	0.850	0.750	0.670	0.55	0.47

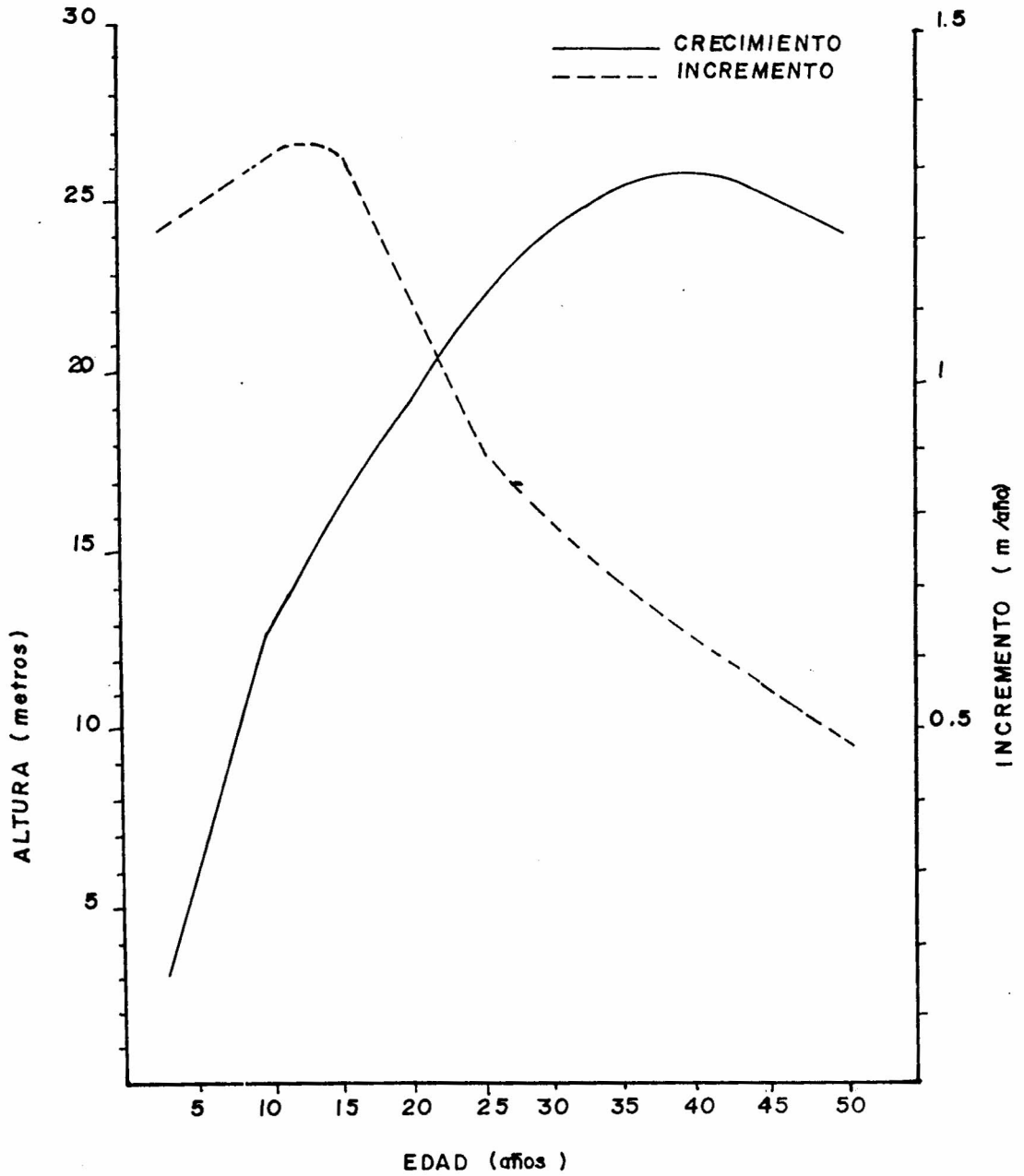


FIGURA No. 8 CRECIMIENTO E INCREMENTO EN ALTURA

lento (15 - 50 años), esta disminución del incremento se debe a la ausencia de manejo en el rodal, principalmente raleos.

El mayor incremento en altura es en el período de 10 - 15 años con un valor de 1.32 m/año. Nuñez (14), encontró el incremento máximo en altura en este mismo período con un valor de 1.74 -- m/año, con una menor densidad del bosque.

Klepac (11), presenta en Pinus pinaster en Damalcia un incremento máximo en altura de 0.55 m/año en el período de 10 - 15 años.

3.2. Crecimiento e incremento en diámetro.

El crecimiento del diámetro muestra la forma sigmoide, la relación se mostró significativamente ($r = 0.94$).

La relación de las variables se presenta en la Figura 9. Se observa que el incremento medio del diámetro se presenta ascendente hasta los 15 años de edad de los árboles, con un valor medio de 0.92 cm/año.

El incremento periódico máximo es en el período de 0 - 5 años de edad de los árboles con un valor de 1.22 cm/año. Nuñez (14) encontró también en este período el incremento máximo con un valor de 1.65 cm/año.

Klepac (11), en Pinus pinaster, presenta que el incremento medio del diámetro se muestra ascendente hasta los 45 años de edad de los árboles con un valor medio de 0.92 cm/año; igual al valor obtenido en el presente trabajo, pero el incremento asciende solamente hasta los 15 años, seguramente a la ausencia de manejo en el bosque.

3.3. Crecimiento e incremento en volumen.

La relación de estas variables se presenta en la Figura 10;

EDAD (años)	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
INCREMENTO (cm/año)	1.22	1.04	0.87	0.58	0.40	0.40	0.34	0.32	0.30	0.28

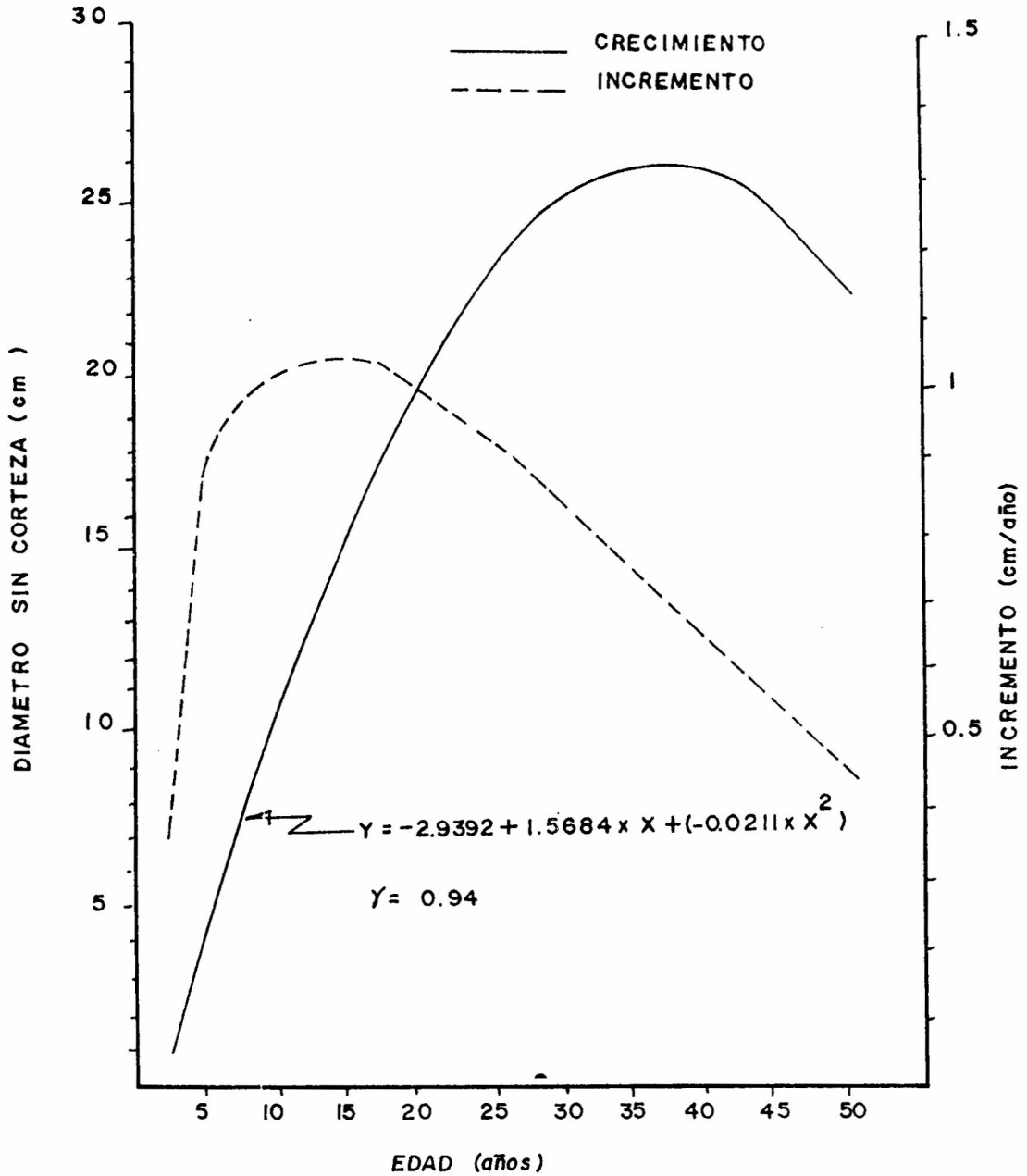


FIGURA No. 9

CRECIMIENTO E INCREMENTO EN DIAMETRO

EDAD (años)	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
INCREMENTO (m ³ /año)	0.006	0.0065	0.0068	0.011	0.0161	0.0181	0.0181	0.0181	0.0181	0.0170

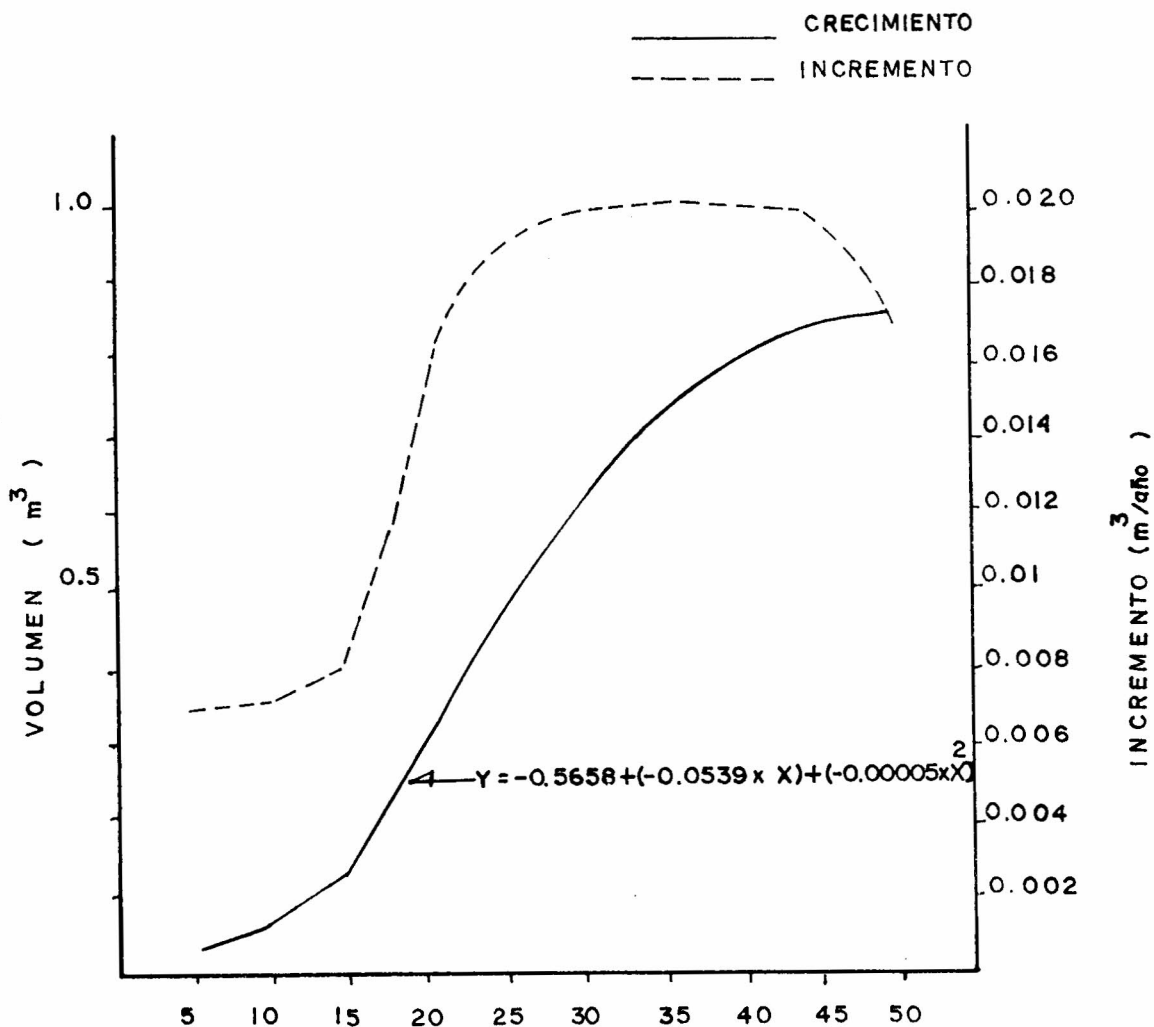


FIGURA No. 10

CRECIMIENTO E INCREMENTO EN VOLUMEN

la relación se mostró altamente significativa ($r = 0.99$) y se adaptó al modelo cuadrático.

De la curva de crecimiento se observa que el incremento en volumen se muestra ascendente hasta los 25 años de edad de los árboles y permanece constante hasta los 45 años para luego decrecer; siendo en este período donde se observa el incremento máximo con un valor de $0.0181 \text{ m}^3/\text{año}$. Este mayor período de incremento se debe a que el incremento en el diámetro interviene al cuadrado en el incremento en volumen; de tal forma que al decrecer el incremento en diámetro no necesariamente decrece el incremento en volumen (11).

Núñez (14), encontró un incremento periódico en volumen máximo de $0.073 \text{ m}^3/\text{año}$ en el período de 5 - 10 años de edad de los árboles.

Klepac (11), presenta un incremento periódico máximo de $0.10 \text{ m}^3/\text{año}$ entre los 40 - 60 años de edad en árboles de Picea abies, dato semejante al obtenido en el presente estudio.

4. Determinación del coeficiente mórfoico, datos sobre la corteza de los árboles y su relación con el DAP.

La relación DAPcc - Coeficiente mórfoico resultó no significativa (F prob. 0.001); el modelo que mejor se ajustó a la relación es el cuadrático ($r = 0.57$); la relación de las variables se presenta en la Figura 11, donde se observa la disminución del coeficiente mórfoico al aumentar el DAP de los árboles.

La relación DAPcc - Volumen de corteza de los árboles resultó significativa ($r = 0.90$), adaptándose al modelo geométrico, la relación se presenta en la Figura 12.

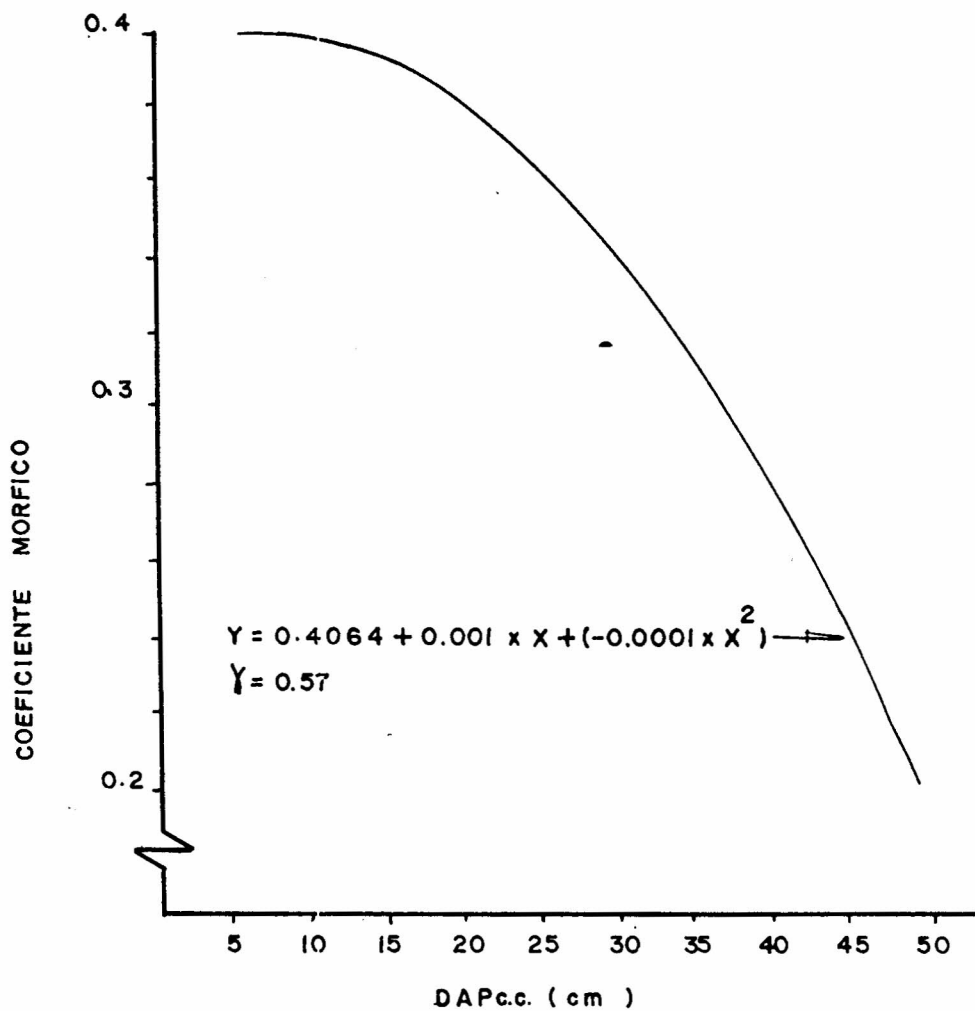


FIGURA No. 11

RELACION DAPc.c. - COEFICIENTE MORFICO

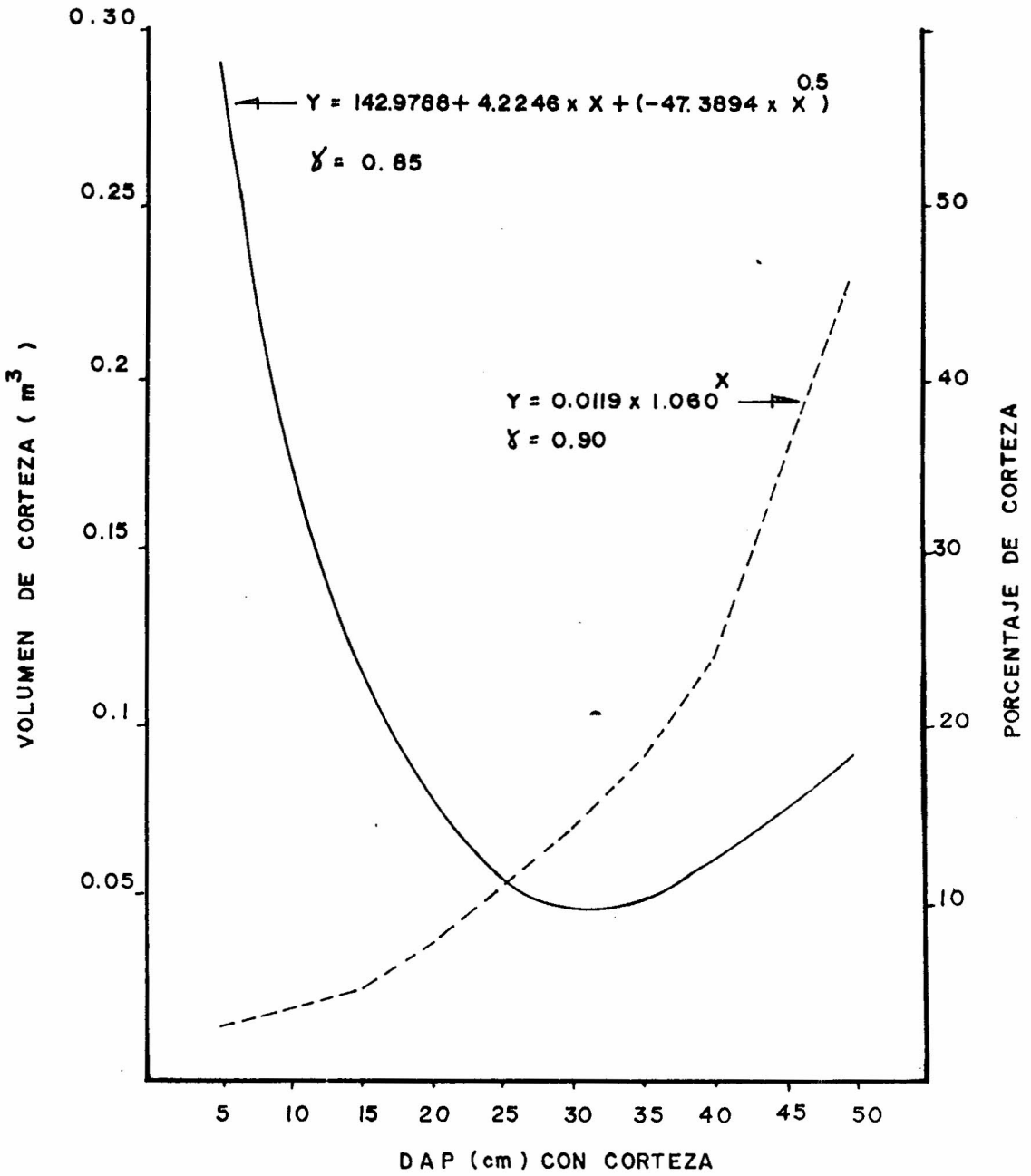


FIGURA No. 12

RELACION DEL DAPcc. CON EL VOLUMEN
Y PORCENTAJE DE CORTEZA

La relación DAP - Porcentaje de corteza, se presenta en la Figura 14; en esta se observa que los árboles jóvenes poseen un mayor porcentaje de corteza (10 - 20 años) y el menor porcentaje de corteza se encuentra en árboles de 30 años.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. El estudio se realizó en un bosque heterogéneo de Pinus maximinoi H.E. Moore, siendo un bosque puro de conífera. Las especies arbóreas más importantes después del pino son: - Quercus brachystachys Benth., Quercus tristis Lieb. y Liquidambar styraciflua L..
2. La producción actual media del bosque es de 154.12 m³/ha de madera sin corteza, variando este dato en los diferentes estratos del bosque (coeficiente de variación = 42.30%), - una densidad de 500 árboles por hectárea, un DAPcc de 20.21 cm, una altura de 16.52 m, un volumen por árbol de 0.4361 m³ de madera sin corteza, a una edad media de 22 años.
3. Se determinó que el mayor número de árboles en el bosque se localiza en la clase diamétrica de 12.5 cm y el mayor volumen de madera en la clase de 32.5 cm; de estos un 71.71% poseen fuste recto y vertical, un 15.71% poseen fuste inclinado, un 6.71% fuste bifurcado y un 6.44% poseen fuste torcido.
4. Se determinó que el IMA en DAP y altura es mayor en rodales jóvenes (10 - 20 años) que en rodales maduros, el IMA en volumen es relativamente mayor en rodales maduros y el tiempo de paso de clase diamétrica muestra poca variación; a excepción del estrato PM donde es relativamente mayor.
5. Utilizando el método de Storie y Wieslander (20) se clasificaron dos sitios: CLASE "I" considerado como altamente maderable y CLASE "II" como medianamente maderable.

6. Las relaciones de DAPcc, altura y edad de los árboles resultaron altamente significativos.
7. Las relaciones de crecimiento en altura, diámetro y volumen presentan la forma sigmoide que indica una etapa de lento crecimiento en los inicios del desarrollo, una etapa de rápido crecimiento y un retorno al crecimiento lento.
8. El incremento periódico máximo en altura se logra en el período de 10 - 15 años de edad de los árboles con un valor de 0.95 m/año; para el diámetro en el período de 0 - 5 años con un valor de 1.22 cm/año.

El incremento periódico máximo en volumen ocurre en el período de 25 - 45 años de edad de los árboles, con un valor de 0.0181 m³/año.
9. Se determinó que la relación DAP - Coeficiente mórfico no es significativa.
10. Las relaciones de corteza indica que los árboles jóvenes poseen un mayor porcentaje de corteza y que el porcentaje de corteza mínimo, se encuentra en árboles de 30 años de edad.

De acuerdo a las anteriores conclusiones se recomienda:

11. Establecer el grado de representatividad de las correlaciones, tanto en la misma finca como en las fincas aledañas. Determinar su variación y realizar estandarización de ecuaciones y/o tablas para poder ser utilizadas a nivel regional.

12. Analizar conjuntamente datos de incrementos, crecimiento y factores económicos, para determinar la época adecuada de extracción forestal.

13. Estudiar la factibilidad de poder usar los datos del presente estudio en futuros planes de manejo del bosque.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR, G.I. Pinos de Guatemala. Guatemala, Ministerio de Agricultura, 1958. 20 p.
2. 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. 118 p.
3. BAKER, F.S. Principles of silviculture. New York, McGraw-Hill, s.f. pp. 48-50.
4. CAMPOS, J.C. Estudios sobre índice de sitio e tabelas de volume e producao para Pinus elliotii Engelm. no estado de Sao Paulo, Brasil. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1970. 82 p.
5. COILE, T.S. Relation of site index short leaf pine to certain physical properties of the soil. Journal of Forestry - - 33(8):26-730. 1935.
6. COMBE, J. y GERWALD, N. Guía de campo en los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, CATIE, 1979. 378 p.
7. CRUZ, R. DE LA. Clasificación de zonas de vida de Guatemala basada en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1976. 24 p.
8. DANIEL, T.; HELMS, J. y BAKER, F. Principios de silvicultura. - Trad. de la 2a. ed. inglesa por Ramón Elizondo Mata. México, McGraw-Hill, 1982. 492 p.
9. GONZALEZ, M. Crecimiento en volumen por hectárea de Pinus radiata en Cajamarca, Perú. Revista Forestal del Perú, - - 5(1-2):93-98. 1971-1974.
10. HARDY, F. Edafología tropical. Traducido del inglés por R. Bazán. México, D.F., Herrero, 1970. 416 p.
11. KLEPAC, D. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. 2a. ed. Chapingo, México, Universidad Autónoma de Chapingo, 1983. 365 p.

12. MACKAY, E. Dasometría; teoría y técnica de la medición forestal. Madrid, España, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, 1964. pp. 549-687.
13. MONTAGNA, R., et al. Estudio sobre o crescimento e a densidade de madeira de Pinus elliottii Engelm. var. elliotti em funcao do espacamento. Silvicultura em Sao Paulo (Brasil) 8:33-52. 1973.
14. NUÑEZ, O. Estudio de crecimiento y rendimiento de Pinus maximoi H.E. Moore. en Cobán, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1986. 116 p.
15. PETERS, R. Inventarios y estudios dendrométricos en bosques - de coníferas. Guatemala, FAO, 1977. 69 p. (Informe Técnico 2).
16. _____ . Tablas de volumen para las especies de coníferas de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1977. 162 p.
17. SALDARRIAGA VILLA, M. Profundidad efectiva de los suelos. Agricultura tropical (Colombia) 10(1):47-49. 1954.
18. SIMMONS, CH.S.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro T. Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra, -- 1959. 1000 p.
19. STANDLEY, P. y STEYERMARK, J. Flora of Guatemala, Fieldiana: Botany. Chicago, Chicago Natural History Museum. 1958, v. 24 parte 1-12.
20. STORIE, E.R. y WIESLANDER, E.A. Rating soil for timber sites. - Soil Science Society of América. Proceedings 13:499-509. - 1959.
21. TAMM, O. Principles of clasification of forest sites in Sweden; examination of the soil. In International Congress of Soil Science, 4 th. Amsterdam, 1950. Transactions. Groningen (Netherlandans), Hoitsema Brothers, 1951. vol. 1, - pp. 264-367.
22. TARRANT, R.F. A preplating Forest Soil curvey. Journal of Forestry 48(2):104-105. 1950.

23. VEIGA, A. DE A. Pinus elliottii cresce 1 m por año. Coop-
cotia (Brasil) 24(211):40-41. 1967.
- 24 WILDE, S.A. Forest soil: theirs prooporties and relation to
silvicultures. New York, Ronald Press, 1958. 537 p.



Handwritten signature: [Illegible signature]

VIII. APENDICE.

Cuadro 22. Descripción botánica de la especie y distribución geográfica (1 y 11).

Pinus maximinoi H.E. Moore.

Sinónimo de Pinus tenuifolia Benth.

La altura del árbol varía de 25 hasta 30 m. El tronco es derecho raras veces algo encorvado.

La corteza del tronco es a veces moreno rojiza, de ordinario gris blanquesina, a menudo bastante oscura. Moreno rojizo en las grietas profundas de la corteza. En la parte superior del tronco y en los troncos jóvenes es lisa y un poco escamosa; en los troncos adultos se presenta dividida abajo en placas gruesas y longitudinales. La corteza de las ramas es así mismo de color gris blanquesina hasta moreno grisáceo, a veces merono rojizo, de ordinario lisa, raramente algo áspera, las cicatrices de las hojas separadas y poco pronunciadas. La corteza de los más jóvenes renuevos es de color moreno violado.

El ramaje es primero fino, volviéndose pronto bastante áspero. Las ramas son derechas, a veces encorvadas, de ordinario ascendentes, en la edad adulta también horizontales o colgantes y espaciosas.

La copa es en la juventud simétrica, presenta largos renuevos anuales y vertilación simétrica; es cerrada, coniforme, achatada o acuminada, en la edad medura también redondeada, densa o bastante densa.

El follaje consiste de 2 o más, raramente de 3 años; los renuevos cubiertos de dos hojas son bastante largos. Las hojas son triangulares, dentadas, verde claras, brillantes. El número de hojas

Continuación del Cuadro 22.

por facículo es casi exclusivamente de 5. La longitud de las hojas es de 16 hasta 32 cm, predominantemente de hasta 28 cm y su espesor de 0.5 hasta 0.7 mm; son por consiguiente largas y finas, más finas que las de otras especies. El número de hileras de estomas en las caras externas de las hojas es casi siempre 2, en las internas predominantemente 2.

Las vainas de las hojas son persistentes, de 12 hasta 18 mm de largo, de 1.3 hasta 1.7 mm de espesor y morenas.

Los conos se presentan por lo general en número reducido, predominantemente aislados, pero también en grupos de 2 a 3. Son pronto caedizos. Cuando están cerrados tienen forma oblonga-ovoide, son alargados, encorvados. Son de color moreno rojizo, a veces bastante brillantes. Su longitud es de 14 a 11 cm por regla general de 6 a 8 cm. Cuando están abiertos la relación entre la longitud y la anchura es como de 1:0.7. El pedúnculo es algo áspero, de 10 a 15 mm de largo, lateralmente articulado, quedando adherido al cono cuando este se cae. Las escamas son delgadas flexibles, tienen 25 mm de largo y 10 mm de ancho; su extremidad es redondeada o irregularmente angulosa; la hipófisis achatada, tiene aproximadamente la forma de un rombo; la cúspide es oscuramente cicatrizada, aplanada, elevándose apenas sobre la superficie de la apófisis; lleva a veces una espina pequeña. En algunos ejemplares, y de ordinario en un solo lado del cono, la apófisis presenta una clara textura piramidal o tiene el aspecto de una protuberancia que se destaca empinada.

El Pinus maximinoi vegeta en altitudes relativamente bajas (1100 a 2400 msnm). Al parecer exige temperaturas calientes y necesita

Continuación del Cuadro 22.

alguna humedad. Esta especie forma bosques hasta cierto punto densos y puros o se halla mezclado con latifoliadas como el Liquidambar, Pinus oocarpas y Pinus montezumae. Las regeneraciones naturales se presentan al parecer con facilidad en lugares donde la sombra de los pinares no es muy densa. Se reporta fundamentalmente en la zona de vida de Bosque muy Húmedo Subtropical (Frío).

Su principal distribución natural la encontramos en Alta Verapaz, Quiché y en sitios con buen suelo y precipitación abundante y clima sub-tropical. Su distribución en Guatemala es bastante amplia, se observa en el mapa.

El uso de la especie es múltiple, tanto en la construcción como en la carpintería. La madera es liviana, blanda, de color blanco amarillento.

Esta especie requiere buenos y profundos suelos con precipitación mayor de 900 mm por año.



Cuadro 24. Formulario para datos de descripción del sitio y perfil.

Perfil u observación No: _____
Estrato: _____
Situación: _____
Altitud: _____ Pendiente: _____
Posición fisiográfica: _____
Forma del terreno circundante: PLANO OND. F. OND. COL.
Microtopografía: _____
Clima: _____
Cultivos y/o vegetación: _____

CARACTERISTICAS DEL SUELO.

Material originario: _____ Edad: _____
Drenaje: M.Es.D. E.D. I.D. M.B.D. B.D. Algo Ex.D. Ex.D.
Pedregosidad: 0 1 2 3 4 5
Erosión: H E L M F Hidric. L S C
Humedad actual del suelo: S H M
Salinidad: 0 LS MS FS

CALSIFICACION.

Serie Simmons et al. : _____
De campo: _____
Observaciones: _____

Fecha: _____ Reconocedor: _____

Cuadro 25. Índices de clasificación de sitios forestales con base a factores edáficos y climáticos (Storie y Wieslander).

Factor A: <u>Textura y Profundiad</u>		Clasificación %	
Sobre 1.80 metros	.....	100	
1.50 - 1.80 "	.....	90 - 100	
1.20 - 1.50 "	.....	80 - 90	
0.90 - 1.20 "	.....	70 - 80	
0.60 - 0.90 "	.....	50 - 70	
0.30 - 0.60 "	.....	30 - 50	
0.00 - 0.30 "	.....	0 - 30	
Factor B: <u>Permeabilidad.</u>			
Perfiles permeables.....		100	
Perfiles medianamente permeables.....		80 - 90	
Perfiles pobremente permeables.....		20 - 80	
Factor C: <u>Químico (Alcalinidad y Sanidad).</u>			
No afectado	.....	100	
Efecto pequeño	.....	80 - 90	
Efecto moderado	.....	20 - 80	
Efecto fuerte	.....	0 - 20	
Factor D: <u>Drenaje y escurrimiento.</u>			Sím- bolo
Buen drenaje	.....	100	B
Excesivo escurrimiento.....		80 - 95	E
Drenaje imperfecto.....		40 - 80	I
Drenaje pobre	.....	10 - 40	P
Factor E: <u>Clima (Precipitación total anual).</u>			
1150 mm	.....	100	
1000 mm	.....	95	
900 mm	.....	90	
760 mm	.....	50 - 60	
630 mm	.....	20	
Fórmula: Clase de sitio % = A x B x C x D x E			
<u>Índice de Clasificación Final de Sitio.</u>			
%	Clasificación	Símbolo	
75 - 100	Alto	I	
50 - 75	Mediano	II	
30 - 50	Bajo	III	
0 - 30	No maderable	---	

Cuadro 26. Formulario para toma de datos de anillos.

Experimento: _____								
Especie: _____								
Sitio: _____			Parcela: _____					
No. Arbol: _____		Fecha: _____		Fecha Lectura: _____				
Anotador: _____				Firma: _____				
No. Disco	Altura de corte	No. Anillos en sección Transversal				Edad de Sección	Diámetro con Corteza	Diámetro sin Corteza
		1	2	3	4			
		\bar{X} de 1,2,3 y 4						

Cuadro 27. Descripción del sitio y de los perfiles del suelo.

UNIDAD MUESTREAL 1.

I. Información acerca del sitio de la muestra.

- a. Fecha de observación: 1/8/85.
- b. Lugar: Finca "Agua Blanca" (Pino Joven).
- c. Forma del terreno:
 - i. Posición fisiográfica: Pendiente convexa.
 - ii. Forma del terreno circundante: Plan.
- f. Pendiente del perfil: 12%.

II. Breve descripción del perfil.

0- 18 Pardo muy osucro (2/2 10 YR), en húmedo y pardo (10 YR 5/3) en seco, franco arenoso; estructura granular, medianamente gruesa, no adherente, no plástico, media en húmedo, débil en seco, raíces pocas, límite plano, neto; pH =

18 - 45 Pardo amarillento oscuro (4/6 10 YR) en húmedo y muy pálido oscuro (7/3 10 YR) en seco, franco arenoso arcilloso; media débil, suelto, medianamente firme, ligeramente adherente, kigeramente plástico, raíces muy pocas, límite plano, neto, - pH =

45 - 107 Pardo amarillento oscuro (3/6 10 YR) en húmedo y muy pálido oscuro (7/3 lo YR) en seco, franco arenoso, estructura granular, medianamente gruesa, media, suelto, firme, adherente, plástico, raíces muy pocas, límite plano, neto; pH =

Continuación del Cuadro 27.

UNIDAD MUESTREAL 2.

I. Información acerca del sitio.

- a. Fecha de observación: 10/8/85.
- b. Lugar: Finca "Agua Blanca" (Pino Ralo).
- c. Forma del terreno:
 - i. Posición fisiográfica: Pendiente cóncava.
 - ii. Forma del terreno circundante: Plano y colinado.
- f. Pendiente del perfil: 12%.

II. Información acerca del perfil.

0 - 10 Pardo muy oscuro (2/2 10 YR) en húmedo y pardo amarillento oscuro (4/6 10 YR), franco arenoso; estructura granular, medianamente gruesa, mediana, moderada, suelso, no adherente, no plástico, raíces pocas, límite neto, plano, pH =

10 - 80 pardo amarillento oscuro (4/4 10 YR) en húmedo y pardo amarillento oscuro (4/4 10 YR) en seco, franco arcilloso arenoso; estructura granular, medianamente gruesa, firme en húmedo, duro en seco, suelto, moderadamente friable, ligeramente adherente, ligeramente plástico, raíces muy pocas, límite neto, plano; pH =

80 - 110 Pardo amarillento oscuro (4/4 10 YR) en húmedo y pardo amarillento oscuro (4/4 10 YR) en seco, franco arcilloso arenoso, firme en húmedo, duro en seco, suelto, firme, adherente, plástico; pH =

UNIDAD MUESTREAL 3.

I. Información acerca del sitio de la muestra.

Continuación del Cuadro 27.

- a. Fecha de observación: 12/8/85.
- b. Lugar: Finca "Agua Blanca" (Pino densidad Media alto).
- c. Forma del terreno:
 - i. Posición fisiográfica: Pendiente cóncava.
 - ii. Forma del terreno circundante: Colinado y plano.
- f. Pendiente: 15%.

II. Información acerca del perfil.

0 - 18 Pardo amarillento oscuro (2/2 10 YR) en húmedo y pardo oscuro (4/3 10 YR) en seco, franco arenoso, estructura granular, moderada en húmedo, débil en seco, suelto, moderadamente friable, no adherente, no plástico, raíces muy pocas, límite neto, plano; pH =

18 - 47 Pardo amarillento oscuro (4/4 10 YR) en húmedo y pardo amarillento claro (6/4 01 YR) en seco, franco arenoso, estructura granular, medianamente gruesa, moderada en húmedo, débil en seco, suelto, moderadamente friable, no adherente, no plástico, raíces pocas, límite neto, plano; pH =

47 - 65 Pardo amarillento oscuro (4/4 10 YR) en húmedo y pardo amarillento claro (6/4 10 YR) en seco, franco arenoso, estructura granular, moderadamente en húmedo, débil en seco, suelto, moderadamente friable, no adherente, no plástico, raíces muy pocas, límite neto, plano; pH =

65 - 92 Pardo amarillento (5/4 10 YR) en húmedo y muy pálido oscuro (7/4 10 YR) en seco, franco arenoso, estructura granular, moderadamente húmedo, débil en seco, suelto, no adherente, ligeramente plástico, raíces muy pocas, límite neto, plano; pH =

Continuación del Cuadro 27.

92- 110 Pardo muy oscuro grisáceo (3/2 10 YR) y pardo oscuro - (4/3 10 YR) en seco, franco arenoso, estructura granular, firme en húmedo, débil en seco, suelto, ligeramente adherente, ligeramente plástico, raíces muy pocas, límite neto, plano; pH =

UNIDAD MUESTREAL 4.

I. Información acerca del sitio de la muestra:

- a. Fecha de observación: 5/9/85.
- b. Lugar: Finca "Agua Blanca" (Pino muy joven denso).
- c. Forma del terreno:
 - i. Posición fisiográfica: Pendiente cóncava.
 - ii. Forma del terreno circundante: Plano y colinado.
- f. Pendiente del perfil: 38.5%.

II. Información acerca del perfil.

0 - 17 muy pardo oscuro (2/2 10 YR) en húmedo y pardo oscuro (4/3 10 YR) en seco, franco arenoso, estructura granular, firme en húmedo, duro en seco, suelto, no adherente, no plástico, raíces muy pocas, límite gradual, plano; pH =

17 - 37 Pardo amarillento (5/6 10 YR) en húmedo y muy pálido oscuro (8/4 10 YR) en seco, franco arenoso, estructura granular, firme en húmedo, duro en seco, suelto, no adherente, no plástico, raíces muy pocas, límite neto, plano, pH =

37 - 77 Pardo amarillento (5/6 10 YR) en húmedo y muy pálido oscuro (8/4 10 YR) en seco, franco arenoso, estructura granular, firme en húmedo, duro en seco, suelto, ligeramente adherente, no plástico, raíces muy pocas, límite neto, plano, pH =

=

Continuación del Cuadro 27.

77 - 105 Pardo amarillento (5/6 10 YR) en húmedo y muy pálido oscuro (8/4 10 YR) en seco, franco arenoso, estructura granular, firme en húmedo, duro en seco, suelto, ligeramente adherente, no plástico, raíces muy pocas, límite neto, plano pH =

UNIDAD MUETREAL 5.

I. Información acerca del perfil.

- a. Fecha de observación: 21/9/85.
- b. Lugar: Finca "Agua Blanca" (Pino denso bajo).
- c. Forma del terreno:
 - i. Posición fisiográfica: Pendiente cóncava.
 - ii. Forma del terreno circundante: Plano y colinado.
- d. Pendiente del perfil: 32%.

II. Información acerca del perfil.

0 - 15 Pardo amarillento oscuro (4/4 10 YR) en húmedo y pardo muy amarillento (6/4 10 YR) en seco, franco arenoso, estructura granular, firme en húmedo, duro en seco, no adherente, no plástico, raíces muy pocas, límite neto, plano, pH =

15 - 39 Pardo amarillento oscuro (4/4 10 YR) en húmedo y pardo muy amarillento (6/4 10 YR) en seco, franco arenoso, estructura granular, moderado en húmedo, débil en seco, suelto, friable, ligeramente adherente, ligeramente plástico, raíces pocas, límite neto, plano, pH =

38 - 79 Pardo amarillento oscuro (4/4 10 YR) en húmedo y pardo muy amarillento (6/4 10 YR) en seco, franco arenoso, estructura

Continuación del Cuadro 27.

granular, firme en húmedo, duro en seco, blando, friable, ligeramente adherente, ligeramente plástico, raíces pocas, límite neto, plano, pH =

79 - 107 Pardo amarillento oscuro (4/4 10 YR) en húmedo y pardo oscuro en seco (4/3 10 YR), franco arenoso, estructura granular, firme en húmedo, duro en seco, blando, friable, ligeramente adherente, ligeramente plástico, raíces muy pocas, límite neto, plano, pH =

UNIDAD MUESTREAL 6.

I. Información acerca del sitio de la muestra.

- a. Fecha de observación: 6/9/85.
- b. Lugar: Finca "Agua Blanca" (Pino Joven).
- c. Forma del terreno:
 - i. Posición fisiográfica: Pendiente cóncava.
 - ii. Forma del terreno circundante: Plano.
- d. Pendiente del perfil: 50%.

II. Información acerca del perfil.

0 - 16 Pardo amarillento oscuro (4/4 10 YR) en húmedo y pardo amarillento (6/4 10 YR) en seco, franco arenoso, estructura granular, firme en húmedo, débil en seco, suelto, moderadamente friable, no adherente, no plástico, raíces muy pocas, límite neto, plano, pH =

16 - 46 Pardo amarillento oscuro (4/4 10 YR) en húmedo y pardo amarillento (6/4 10 YR) en seco, franco arenoso, estructura granular, firme en húmedo, débil en seco, suelto, firable, no

Continuación de Cuadro 27.

adherente, no plástico, raíces pocas, límite neto, plano, pH =

46 - 108 Pardo amarillento (5/8 10 YR) en húmedo y amarillo (7/6 10 YR) en seco, franco arenoso, estructura granular, firme en húmedo, duro en seco, blando, friable, ligeramente adherente, ligeramente plástico, raíces pocas, límite neto, plano, pH =

UNIDAD MUESTREAL 7.

I. Información acerca del perfil.

- a. Fecha de observación: 6/9/85.
- b. Lugar: Finca "Agua Blanca" (Pino Ralo regeneración Joven).
- c. Forma del terreno:
 - i. Posición fisiográfica: Pendiente cóncava.
 - ii. Forma del terreno circundante: Plano y colinado.
- d. Pendiente del perfil: 32%.

II. Información acerca del perfil.

0 - 18 Negro (2/1 10 YR) en húmedo y pardo oscuro (3/3 10 YR) en seco, franco arenoso, estructura granular, débil en húmedo, moderado en seco, suelto, friable, ligeramente adherente, no plástico, raíces muy pocas, límite gradual, plano, pH =

18 - 59 Pardo oscuro (3/2 10 YR) en húmedo y pardo pálido (6/3 10 YR) en seco, franco arenoso, estructura granular, moderado en húmedo, moderado en seco, suelto, ligeramente adherente, no plástico, raíces pocas, límite gradual, plano, pH =

Continuación del Cuadro 27.

59 - 110 Muy pardo oscuro (2/2 10 YR) en húmedo y pardo amarillento (5/4 10 YR) en seco, franco arenoso, estructura granular, moderado en húmedo, firme en seco, suelto, moderadamente friable, no adherente, no plástico, raíces muy pocas, límite gradual, plano, pH =

UNIDAD MUESTREAL 8.

I. Información acerca del sitio de la muestra.

- a. Fecha de observación: 6/9/85.
- b. Lugar: Finca "Agua Blanca" (Regeneración joven Pino joven).
- c. Forma del terreno:
 - i. Posición fisiográfica: Pendiente cóncava.
 - ii. Forma del terreno circundante: Colinado.
- d. Pendiente del perfil: 32%.

II. Información acerca del perfil.

0 - 20 Pardo grisáceo muy oscuro (3/2 10 YR) en húmedo y pardo oscuro (4/3 10 YR) en seco, franco arenoso, estructura granular, moderado en húmedo, débil en seco, suelto, ligeramente adherente, no plástico, raíces muy pocas, límite neto, plano, pH =

20 - 58 Pardo amarillento oscuro (5/6 10 YR) en húmedo y muy pálido oscuro (7/3 10 YR) en seco, franco arenoso, estructura granular, moderado en húmedo, débil en seco, suelto, ligeramente adherente, ligeramente plástico, raíces comunes, límite irregular, gradual, pH =

58 - 108 Pardo amarillento oscuro (5/6 10 YR) en húmedo y muy pálido oscuro (7/3 10 YR) en seco, franco arenoso, estructura granular, moderado en húmedo, débil en seco, suelto, no adherente, no plástico, raíces muy pocas, límite gradual, plano, pH =

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

"IMPRIMASE"



ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.
D E C A N O