

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

ESTUDIO DEL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE
Pinus oocarpa Schiede. Y Pinus pseudostrobus Lindl.
EN SAN MARTIN JILOTEPEQUE, CHIMALTENANGO.



INGENIERO AGRONOMO

en el Grado Académico de

Licenciado en Ciencias Agrícolas

Guatemala, septiembre de 1988

TESIS DE REFERENCIA
NO

SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL - USAC.

DL
01
7 (1040)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO: ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ N.

VOCAL 1o.: ING. AGR. GUSTAVO A. MENDEZ G.

VOCAL 2o.: ING. AGR. JORGE SANDOVAL I.

VOCAL 3o.: ING. AGR. MARIO MELGAR

VOCAL 4o.: BR. MARCO ANTONIO HIDALGO

VOCAL 5o.: P.A. BYRON MILIAN VICENTE

SECRETARIO: ING. AGR. ROLANDO LARA ALECIO



Referencia
Asunto
.....

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

27 de julio de 1988.

Ing. Agr. Aníbal Martínez
Decano de la
Facultad de Agronomía
Presente.

Señor Decano:

Me permito informarle que procedí a asesorar y a revisar el trabajo de tesis titulado "ESTUDIO DEL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE Pinus occarpa Schiede. y Pinus pseudostrobus Lindl. EN SAN MARTIN JILOTEPEQUE, CHIMALTENANGO", desarrollado por el estudiante OSCAR ESTUARDO ROJAS, Carnet No. 7910053. Esta investigación constituye parte del programa de investigaciones que sobre silvicultura, desarrolla el Instituto de Investigaciones Agronómicas y es un aporte importante para el conocimiento y manejo de nuestros bosques.

El presente trabajo de investigación fué realizado considerando los procedimientos y normas de todo trabajo científico, por lo que recomiendo su aprobación para que sea aceptado como trabajo de tesis de graduación en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Luis F. Ortiz Castillo
A S E S O R

Guatemala, 19 de agosto de 1988.

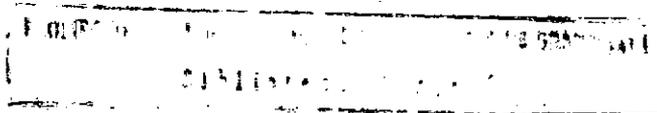
Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador

De conformidad con las normas establecidas en 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 DEL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE *Pinus oocarpa* Schiede. Y *Pinus pseudostrobus* Lindl. EN SAN MARTIN JILOTEPEQUE, CHIMALTENANGO; como requisito previo para optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado.

Atentamente,



Oscar Estuardo Rojas



ACTO QUE DEDICO:

- A DIOS Quien a través de Jesucristo nos dio un ejemplo a seguir (Fil. 2:1-11)
- A MI ESPOSA: María del Rosario, por su apoyo y amor.
- A MI MADRE: María Hilda, por su esfuerzo para hacer de sus hijos personas dignas.
- A MIS HERMANOS: Erick y Norma, con mucho cariño.
- A MI ABUELITA: María del Rosario vda. de Rojas, con especial cariño.
- A MI FAMILIA: Sonia, Walter, Jeannette, Shen y Rodolfo por su apoyo y amor en todo momento.
- A MIS COMPAÑEROS: Primera promoción de RNR, por el tiempo y amistad que compartimos.
- A MIS AMIGOS: Rodolfo, Vladymir, Aury, Carlos, Edgar y Edwin por la vida que hemos compartido.
- A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA: Formadora de mentes y de patria.
- A GUATEMALA: Pueblo trabajador que lucha por un futuro mejor.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Agr. Federico Alvarado y familia por facilitar el uso de las instalaciones de su finca.

Al Sr. Eliseo Roca por autorizar el uso del rodal para el estudio.

A Visión Mundial Guatemala por facilitar el tiempo y el apoyo necesario en los momentos críticos de la realización de la investigación.

A Walter Castellanos, Edwin Santizo y Edgar García por su colaboración en el trabajo de campo.

A Luis Rodolfo Oliva y Vladymir Búcaro por la elaboración de las gráficas de la investigación.

A Sonia Rojas y a mi esposa, María del Rosario por el trabajo mecanográfico.

Al Ing. Agr. Luis Ortiz, por la asesoría brindada a la realización de este trabajo.

INDICE

	PAGINA
RESUMEN	iii
LISTA DE CUADROS	v
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE ABREVIATURAS	viii
I INTRODUCCION	1
II OBJETIVOS	3
III REVISION BIBLIOGRAFICA	4
1. Crecimiento y Rendimiento	4
1.1 Crecimiento e Incremento en Altura	5
1.2 Crecimiento e Incremento en Diámetro	6
1.3 Crecimiento e Incremento en Volumen	7
2. Indice de Sitio	10
3. Curvas de Indice de Sitio	11
4. Medio Ambiente Forestal	12
4.1 Suelo	12
4.2 Características Fisiográficas	17
4.3 Clima	18
4.4 Factores Ecológicos	19
5. Análisis de Fuste	21
5.1 Relaciones Alométricas	21
5.2 Factor de Forma y Corteza	21
6. Parcelas Permanentes	22
7. Aclareo	22
IV METODOLOGIA	24
1. Selección del Rodal	23
1.1 Ubicación y Localización	24
2. Características Generales	25
2.1 Origen del Bosque	25
2.2 Superficie	28
2.3 Suelos	28
2.4 Altitud y Fisiografía	29
2.5 Clima	29
2.6 Zona de vida	30
2.7 Composición del Rodal	32
2.8 Enfermedades y Plagas	33
3. Trazo preliminar de Parcelas	33
3.1 Prueba de Homogeneidad	34
4. Establecimiento de Parcelas de Medición	34
4.1 Determinación de Especies	34
4.2 Marqueo de los Individuos	34
4.3 Trazo de parcelas	35
5. Medición de Variables en el Rodal	35
5.1 En la Parcela	35
5.2 En los Arboles	37

	PAGINA
V RESULTADOS Y DISCUSION	39
1. Trazo preliminar de Parcelas	39
1.1 Distribución de Especies	39
1.2 Pruebas de Homogeneidad para la Altura	40
2. Situación del Bosque antes del Aclareo	40
2.1 Estadísticas de Densidad, DAP, Area Basal y Volumen por Especie y por Parcela	40
2.2 Características Cualitativas	43
2.3 Distribución Espacial de las Especies	46
3. Resultados de las Relaciones Individuales de Arboles Tumbados	47
3.1 Crecimiento	50
3.2 Análisis de Incremento	60
3.3 Tiempo de Paso	74
3.4 Cálculo de Factor Mórfico	74
3.5 Cálculo de Factor de Corteza	75
3.6 Análisis de Fuste	76
3.7 Tabla de Volumen	78
3.8 Relaciones de variables de <u>Quercus spp.</u>	78
VI CONCLUSIONES	81
VII RECOMENDACIONES	84
VIII BIBLIOGRAFIA	85
IX APENDICE	88

"Estudio del Crecimiento y Rendimiento de Pinus oocarpa Schiede. Y Pinus pseudostrobus Lindl. en San Martín Jilotepeque, Chimaltenango"

"Study on the Growth and Yieldness of Pinus oocarpa Schiede. and Pinus pseudostrobus Lindl. in San Martín Jilotepeque, Chimaltenango"

RESUMEN

El estudio abarca el comportamiento de dos especies, Pinus oocarpa Schiede. y Pinus pseudostrobus Lindl., en un rodal natural del municipio de San Martín Jilotepeque, departamento de Chimaltenango. Las parcelas se establecieron en la Finca "San Francisco el Cornejo", (14°49'43" latitud norte y 90°44'05" longitud oeste) a 1580 msnm, en el bosque húmedo montano bajo subtropical.

Se realizó el análisis de fuste de árboles de Pinus pseudostrobus y Pinus oocarpa para obtener las variables individuales, que al relacionarlas con el tiempo, factores edáficos y ecológicos caracterizan en forma indirecta la calidad del sitio forestal.

La densidad inicial de las coníferas era 218 árboles/ha (117 de P. oocarpa y 101 de P. pseudostrobus); incluyendo Quercus era de 411 árboles/ha. La edad estimada del rodal es de 23 años.

El diámetro medio para P. oocarpa fue de 28.38 cm, P. pseudostrobus 31.63 cm y 16.5 para Quercus spp. La altura dominante para P. oocarpa fue de 21.61 m y para P. pseudostrobus 23.87 m. El volumen total con corteza fue de 217.11 m³/ha (81.176 P. pseudostrobus y 61.993 P. oocarpa).

Los incrementos medios obtenidos en DAP son: 1.07 cm/año para P. oocarpa y 1.26 cm/año para P. pseudostrobus. El área basal individual presentó 0.00226 m²/año y 0.003120 m²/año y altura 0.92 m/año y 1.01 m/año respectivamente para las especies mencionadas.

El volumen total con corteza se incrementó en 4.01 m³/ha/año para P. pseudostrobus y 3.26 m³/ha/año para P. oocarpa; sin corteza, el in

crecimiento fue de $3.44 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ y $2.67 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ respectivamente. Los volúmenes mantienen la tendencia a aumentar su incremento.

Los factores mórficos obtenidos fueron: 0.462879 para P. oocarpa y 0.438641 para P. pseudostrobus; el factor de corteza es respectivamente 0.094529 y 0.074526.

Para P. pseudostrobus se elaboró una tabla de volumen total sin corteza de doble entrada; para P. oocarpa también se elaboró la tabla pero se consideró más adecuada la tabla de volumen de la FAO.

Pinus pseudostrobus mostró ser la especie mejor adaptada cuya dominancia del bosque continúa acentuándose. Pinus oocarpa dominó la fase inicial del rodal, pero sus tasas de crecimiento actuales muestran su posición de especie dominada. Quercus presenta la tendencia a aumentar su importancia.

LISTA DE CUADROS

No. de CUADRO EN EL TEXTO	PAGINA
1. COMPARACION DE INCREMENTOS MEDIOS ANUALES OBTENIDOS EN EL PAIS PARA DIFERENTES ESPECIES Y SITIOS	9
2. CARACTERISTICAS TOPOGRAFICAS DE LAS PARCELAS EVALUADAS EN SAN MARTIN JILOTEPEQUE	29
3. RESUMEN DE TEMPERATURA MEDIA, PRECIPITACION Y HUMEDAD RELATIVA. ESTACION SAN MARTIN JILOTEPEQUE	30
4. RESUMEN DE DATOS DE COMPOSICION ARBOREA DE LAS PARCELAS	32
5. DATOS DE DENSIDAD, DIAMETRO, AREA BASAL Y VOLUMEN POR ha EN EL RODAL ESTUDIADO.	41
6. DISTRIBUCION DEL DIAMETRO Y EL VOLUMEN POR ESPECIE EN EL BOSQUE ESTUDIADO	42
7. RESUMEN DE CARACTERISTICAS CUALITATIVAS DE LOS INDIVIDUOS DE <u>Pinus oocarpa</u> y <u>Pinus pseudostrobus</u> EN LAS PARCELAS	45
8. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE DISPOSICION ESPACIAL DE LAS ESPECIES EN EL RODAL ESTUDIADO	46
9. DATOS DE DAP, ALTURA Y VOLUMEN, AREA BASAL Y EDAD DE ARBOLES TUMBADOS EN LAS PARCELAS PARA <u>Pinus oocarpa</u> Schiede.	48
10. DATOS DE DAP, ALTURA Y VOLUMEN, AREA BASAL Y EDAD DE ARBOLES TUMBADOS EN LAS PARCELAS PARA <u>Pinus pseudostrobus</u> Lindl.	49
11. INCREMENTOS MEDIOS EN DAP, AREA BASAL, ALTURA Y VOLUMEN CON Y SIN CORTEZA PARA <u>Pinus oocarpa</u> Schiede	61
12. INCREMENTOS MEDIOS EN DAP, AREA BASAL, ALTURA Y VOLUMEN CON Y SIN CORTEZA PARA <u>Pinus pseudostrobus</u> Lindl.	62
13. INCREMENTO PERIODICO ANUAL EN DIAMETRO DE LOS ARBOLES TUMBADOS	63
14. INCREMENTO PERIODICO ANUAL EN AREA BASAL DE LOS ARBOLES TUMBADOS	65
15. INCREMENTO PERIODICO ANUAL EN ALTURA DE LOS ARBOLES TUMBADOS	67
16. RESUMEN DE INCREMENTO PERIODICO ANUAL VOLUMETRICO DE LOS ARBOLES TUMBADOS	70
17. DATOS DE GRAFICO FUSTAL PARA <u>Pinus oocarpa</u>	76
18. DATOS DE GRAFICO FUSTAL PARA <u>Pinus pseudostrobus</u>	76
19. TABLA DE VOLUMEN TOTAL sc. <u>Pinus pseudostrobus</u> Lindl.	79

No. DE CUADRO EN EL ANEXO	PAGINA
20-A. DESCRIPCION DEL PERFIL EDAFICO DEL RODAL ESTUDIADO	91
21-A. DATOS DE LA ESTRUCTURA ARBOREA POR PARCELA ANTES DEL ACLAREO (DIAMETRO, AREA BASAL Y ALTURA DOMINANTE) DEL RODAL.	92
22-A VOLUMEN SIN CORTEZA POR PARCELA Y POR HECTAREA PARA CADA ESPECIE EN EL RODAL.	93
23-A SITUACION DEL BOSQUE DESPUES DEL ACLAREO (AREA BASAL, DIAMETRO, ALTURA Y VOLUMEN).	94

LISTA DE FIGURAS

No. de Figura	PAGINA
1. Crecimiento Sigmoide	5
2. Relación Edad-Altura Arbol Individual	11
3. Ubicación del Bosque en el País	26
4. Ubicación de las Parcelas Escala 1:45,500	26
5. Localización de las Parcelas en el Bosque	27
6. Climadiagrama de San Martín Jilotepeque, Chimaltenango	31
7. Distribución de los Arboles en las Parcelas	36
8. Distribución Diamétrica y Volumétrica por Especie en las Parcelas del Rodal	44
9. Relación Diámetro-Altura	51
10. Relación Diámetro-Volumen Real sin Corteza	52
11. Relación Diámetro-Volumen Real sin Corteza	53
12. Relación Area Basal-Altura	54
13. Relación Area Basal-Volumen sin Corteza	55
14. Relación Edad-DAP (sin corteza)	56
15. Relación Edad-Area Basal	57
16. Relación Edad-Altura	58
17. Relación Edad-Volumen sin Corteza	59
18. Relación Edad-Incremento DAP	63
19. Relación Edad-Incremento Medio Area Basal	64
20. Relación Edad-Incremento Medio Altura	66
21. Relación Edad-Incremento Medio Anual Volumen sin corteza	68
22. Relación Edad-Incremento Medio Anual Volumen con Corteza	69
23. Relación Edad-Incremento periódico Anual Volumen sin Corteza	72
24. Gráfico Fustal <u>Pinus oocarpa</u>	77
25. Gráfico Fustal <u>Pinus pseudostrobus</u>	77

LISTA DE ABREVIATURAS

ABREVIATURA	SIGNIFICADO
d	Diámetro a la Altura del pecho individual.
\bar{d}	Diámetro Medio Individual
du	Diámetro sin corteza Individual
g	Area Basal Individual
h	Altura Individual
h dom	Altura Media Dominante
Vsc	Volumen sin Corteza
Vcc	Volumen con Corteza
IMA	Incremento Medio Anual
IPA	Incremento Periódico Anual
CIC	Capacidad de Intercambio Catónico
PMP	Parcelas de Medición Permanente

INTRODUCCION

El estudio del crecimiento e incremento de los bosques de Guatemala es una tarea que está en su fase inicial, pero que es de vital importancia para la planificación y ordenamiento del recurso forestal en el país. El estudio de los bosques conlleva un esfuerzo grande, debido a que existe una diversidad de especies forestales y una diversidad climática y edáfica, que conjugadas dan una cantidad elevada e indeterminada de relaciones, bajo las cuales cada especie reaccionará en diferente forma.

Las coníferas en especial están sujetas a una demanda creciente, que aunado a su relativo rápido crecimiento en los trópicos, justifica la investigación de las características de su crecimiento y rendimiento, para que pueda garantizarse a través de su manejo adecuado la disponibilidad futura del recurso para la población.

La investigación realizada se llevó a cabo en un rodal natural de Pinus oocarpa Schiede. y Pinus pseudostrobus Lindl., en un bosque de San Martín Jilotepeque, Chimaltenango. El rodal está ubicado en la Finca "San Francisco El Cornejo", 90° 44' 05" latitud norte y 14° 49' 43" longitud oeste a 1,580 msnm de elevación. La zona de vida es el bosque húmedo montano bajo subtropical. El bosque es predominantemente de coníferas pero existe un elevado número de individuos del género Quercus.

El estudio se llevó a cabo entre el período comprendido de diciembre de 1986 a marzo de 1987.

II

OBJETIVOS

1. Establecer las 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).
2. Estimar el crecimiento y rendimiento (edad, altura, volumen) de Pinus oocarpa Schiede. y Pinus pseudostrobus Lindl., en bosque natural, en relación a la calidad de sitio.
3. Determinar los factores de forma y de corteza para las dos especies de coníferas del rodal.
4. Elaborar tablas de volumen local para Pinus oocarpa Schiede. y Pinus pseudostrobus Lindl., en el municipio de San Martín Jilotepeque.
5. Estudiar la distribución y composición forestal del rodal.
6. Dejar establecidas parcelas de muestreo permanente en el bosque.

1. CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO

El crecimiento de un árbol en un bosque, depende de la capacidad de adaptarse y expresar su potencial genético en el medio ambiente a que está expuesto (7). El crecimiento consiste básicamente en el aumento de volumen o de peso, es decir el desarrollo del árbol; en un tiempo determinado (15).

El rendimiento lo constituye el volumen de árboles de una cosecha, o de un grupo de especies, o bien de productos no maderables, expresados en unidades de superficie. En el trópico se enfatiza la predicción de volumen (1).

El crecimiento de las masas forestales no es sólo la suma de los árboles, sino una multitud de interrelaciones de numerosos individuos, lo que hace la diferencia básica con el crecimiento de árboles individuales (9,15).

El comportamiento de crecimiento de los árboles y de las masas forestales, sigue un patrón sigmoide, variando según el genotipo y ambiente, presentando en general las siguientes características (7):

- Fase inicial de baja velocidad de crecimiento
- Fase intermedia de crecimiento acelerado
- Fase final de baja velocidad de crecimiento tendiendo al estancamiento.

(Ver Figura No. 1)

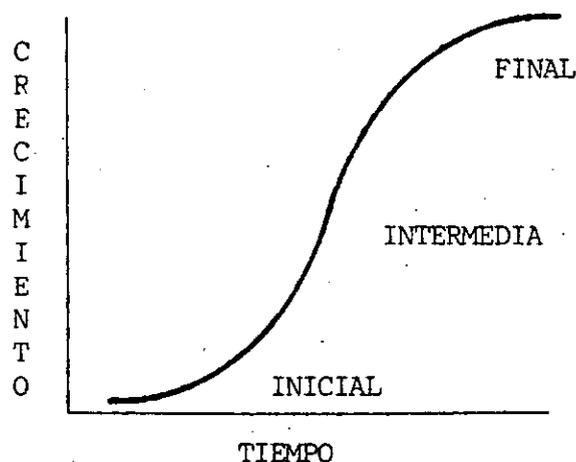


FIGURA No. 1: CRECIMIENTO SIGMOIDE

La mayoría de especies crecen en períodos limitados, dependiendo de la especie, la edad y el ambiente. La época de crecimiento es tá determinada principalmente por la temperatura y las relaciones hídricas adversas, que influyen en la suspensión del crecimiento del tronco (7,15).

Lojan, citado por Villafuerte (28), menciona que el período en el hemisferio norte, se da hacia abril-junio, con supuesta variabili dad hacia el Ecuador.

Debido a que la medición directa del crecimiento es difícil, se utiliza el incremento como índice, el cual no es más que el crecimiento en un período de tiempo determinado (15). Los incrementos que se evalúan son varios: en altura, en área basal, diámetro y volumen.

1.1 CRECIMIENTO E INCREMENTO EN ALTURA

El crecimiento en altura se da en primavera, sigue un patrón sigmoide. El suelo es el factor que se ha encontrado más re

lacionado con el crecimiento e incremento en altura, razón - por la que se clasifica al suelo en la altitud y edad del árbol (15). Es así, como la altura dominante se usa como un - indicador confiable del potencial de producción de bosques - uniformes, en los que no se ha practicado aprovechamiento se - lectivo (20).

La altura dominante de los árboles de un bosque, como indica - dor de la calidad de sitio, es llamado índice de sitio y es - más segura que la altura promedio, por no estar expuesta a - las diferencias de incremento y eliminación de los árboles - del rodal (15,20).

Correlacionando la edad - altura, se puede determinar el índi - ce de sitio, ya que la altura no se ve afectada por la densi - dad del bosque; la curva puede hacerse gráficamente o por - análisis de regresión.

1.2 CRECIMIENTO E INCREMENTO EN DIAMETRO

Las coníferas en latitudes altas, presentan la característi - ca de desarrollar anillos anuales fáciles de identificar; sin - embargo, no se producen necesariamente todos los años, y pue - den formarse anillos falsos, completos o incompletos alrede - dor del tronco. En caso de densidad extrema, pueden no pre - sentarse (3,7).

La presencia de varios anillos, de anillos discontinuos o su - ausencia, hace que el conteo de anillos no indique siempre la - edad del fuste y en el caso de las coníferas subtropicales, -

se agudiza el problema universal de la determinación de anillos (2,7,25). Sin embargo, Jacoby, recopilado por Bormann y Berlyn (2), en su estudio de fechado de coníferas de altas latitudes (incluyendo una especie de Guatemala) considera que para estudios de crecimiento el conteo de anillos es suficiente aunque no sea totalmente preciso.

El crecimiento diametral es más sensible al ambiente, que la altura; la densidad dentro de ciertos límites afecta inversamente proporcional. Además, se ha encontrado correlación entre el ancho del anillo y la precipitación, de donde se pueden estimar las condiciones climatológicas del pasado con el ancho de los anillos (15). El incremento en diámetro, en general, inicia al final de abril y termina en octubre en el hemisferio norte (15).

El diámetro sirve para calcular el área basal, que se considera un parámetro más consistente que el diámetro para expresar el desarrollo del árbol o rodal (15,17).

1.3 CRECIMIENTO E INCREMENTO EN VOLUMEN

El volumen aumenta directamente con el aumento del diámetro y la altura, pero en la curva sigmoide alcanza el punto de inflexión después que ambos (9,15). El crecimiento en altura es determinante en el incremento del volumen (7).

El crecimiento volumétrico está determinado principalmente por varios factores:

MEDIO AMBIENTE (4,7,15,16):

- Posición y espacio ocupado por el árbol en la masa, que determinan luz, CO₂, temperatura y agua.
- Densidad (que determina la calidad y cantidad del volumen a obtener).
- Animales, plagas, enfermedades.
- Clima (temperatura, precipitación, humedad relativa, horas brillo solar).
- Altitud.
- Topografía.

SUELO (4,7,15)

- Textura y estructura.
- Nutrientes (N,P,K,Ca).
- Profundidad del suelo.
- Porosidad, aereación del suelo.
- Agua del suelo.
- Materia orgánica.
- pH.

El crecimiento total se mide a través del cálculo del volumen producido por la masa en un tiempo determinado (9). El volumen puede ser utilizado para expresar la calidad del sitio, pero por la dificultad de su medición y por el manejo que pueda tener el rodal, se convierte en un índice poco práctico (4).

En Guatemala, Peters (20), reporta que el incremento medio anual, varía entre 0.8 m³/ha/año en bosques ralos de sue -

los pobres hasta $8.1 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$ en buenos sitios. El promedio de IMA lo estimó en $5. \text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$ a los 50 años de edad y con densidades de entre $25\text{-}30 \text{ m}^2/\text{ha}$ de área basal.

Se presentan en el cuadro No.1, datos de incrementos medios anuales obtenidos en el país como índices de comparación.

CUADRO No. 1

COMPARACION DE INCREMENTOS MEDIOS ANUALES OBTENIDOS
EN EL PAIS PARA DIFERENTES ESPECIES Y SITIOS

ESPECIE	LUGAR	IMA $\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$	EDAD (años)	ALTURA MEDIA (m)
<u>Pinus oocarpa</u>	Salamá, Baja Verapaz	8.1*	50	-
		5.4*	50	-
		3.2*	50	-
		6.7*	30	-
		4.5*	30	-
		2.8*	30	-
		7.4*	80	-
		5.0*	80	-
3.1*	80	-		
<u>Pinus oocarpa</u>	Ipala, Chiquimula	1.78	65	17
<u>Pinus maximinoi</u>	Cobán, Alta Verapaz	9.78	23	25
<u>Pinus oocarpa</u>	El Chol, Baja Verapaz	2.47**	80	20
<u>Pinus caribaea</u>	Poptún, Petén	6.30	27	20

(19,20,22,28)

* Diferentes clases de sitio.

** Bosque residual

2. INDICE DE SITIO

La calidad del sitio es un indicador de la productividad de terrenos forestales para un microclima determinado; se define como la cantidad de madera que crece en un área y tiempo determinados (7,26).

El índice de sitio es un método indirecto para conocer la calidad del sitio y es la altura de los árboles dominantes de una especie bajo las condiciones del bosque a una edad índice (4,7,15).

La altura dominante ha sido definida en varias formas: Weise, como la altura promedio de los árboles más grandes; Eraslam, el promedio de los árboles dominantes; Hummel, la media de 100 árboles - tipo por hectárea; los forestales holandeses, la obtienen por el promedio de los árboles más grandes de cada división de 10 x 10 m de la masa forestal; otros usan los árboles dominantes y codominantes en su determinación (4,7,14,15).

La edad índice es arbitrariamente escogida, en los países templados se usa 25,50,100 años, dependiendo la rotación de la especie; sin embargo, en el trópico no hay razón para seguir este patrón, debido a que las tasas de crecimiento de algunas especies tropicales (especialmente coníferas) es más elevada que las tasas de especies de zonas templadas (4,7,13).

La importancia del índice de sitio estriba en lo siguiente:

- a) Permite conocer el crecimiento de los árboles, según los factores bióticos, climáticos y edáficos del área (4,7,25).
- b) Expresa la productividad de un área determinada, según la especie (razón por la que pueden haber varios índices de sitio, de acuerdo a la especie (4,7,25)).

- c) Es pre-requisito para la utilización de tablas de rendimiento, generalmente como una variable independiente (4,7,13).
- d) Sirve de base para la investigación y clasificación de las tierras forestales (4,25).
- e) Es útil para la planificación y manejo silvicultural de especies, ya que da indicadores que facilitan la toma de decisiones (4,25).

El índice de una relación edad-altura gráficamente es de la siguiente manera:

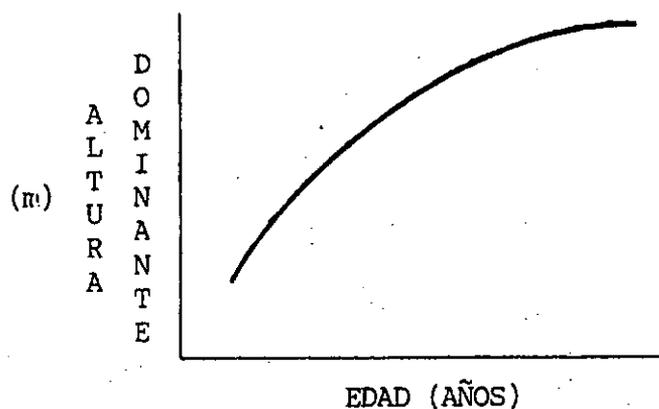


FIGURA No. 2: RELACION EDAD-ALTURA ARBOL INDIVIDUAL

3. CURVAS DE INDICE DE SITIO

Las curvas de índice de sitio son una idealización gráfica del crecimiento en altura de los árboles dominantes y codominantes de un rodal a lo largo de su vida. En su elaboración se utiliza el promedio de edad y altura de los dominantes y codominantes en una serie de parcelas de muestreo, datos con los que puede elaborarse la curva a mano, o bien por análisis de regresión; éste último elimina subjetividad (3,12,24).

Alder (1) clasifica las técnicas matemáticas de regresión en 4 -

grupos: curvas proporcionales, método del mínimo-máximo, regresión jerárquica sin índice de sitio y regresión múltiple con índice de sitio a priori.

4. MEDIO AMBIENTE FORESTAL

Según Haig (10) las coníferas tropicales parecen ser, en general, poco exigentes a los factores del medio; sin embargo, muchos factores intervienen en el desarrollo de las mismas. A continuación se hace un análisis de las más importantes:

4.1 SUELO:

La productividad de los rodales depende de las características físicas y químicas de los suelos, considerándose las físicas más importantes, debido a que el nivel de nutrientes dependen en gran medida de las propiedades físicas (7).

4.1.1 CARACTERISTICAS FISICAS:

a) Profundidad del suelo: Es determinante porque condiciona la penetración a las raíces; Brandfoot, citado por Jadan (14) considera que es la capa superior la que determina el índice de sitio en un alto porcentaje; esto varía según la especie.

b) Textura: Es determinante en la calidad del sitio, ya que su contenido de arcilla regula la disponibilidad de nutrientes, la capacidad de retención de humedad, la aereación y la penetración de raíces. Esto último varía con la especie, por ejemplo: Pinus resinosa crece en suelos, con altos contenidos de arena o en horizon -

tes "A" engrosados por lixiviación y Picea mariana en suelos pesados (14,25).

c) Estructura: El bosque favorece la conformación de una estructura deseable por la incorporación de materia orgánica y junto a la textura influyen el crecimiento forestal. La estructura puede compensar efectos indeseables de la textura (7,14,25).

d) Materia Orgánica: En forma general favorece incrementando la capacidad de retención del agua y por retener nutrientes (bases y amonio) por su efecto coloidal, pero en exceso puede ser limitante del crecimiento; ejemplo: Pinus serotina, citado por Lojan (14,25).

e) Porosidad: Determina la aereación e infiltración, condiciona el desarrollo de las plántulas forestales e influye en el crecimiento y distribución de la vegetación. Pinus ponderosa y Pinus palustris no soportan condiciones de saturación como plántulas (7,14,25).

La infiltración del agua está relacionada con la del aire, con la porosidad total y con la capacidad de aereación. Un suelo con deficiente infiltración, en general limita el crecimiento hasta ser improductivo. El aire y el agua se relacionan en el suelo en proporciones inversas (14,25).

La aereación, las condiciones y humedad adecuadas, estimula el desarrollo y crecimiento de las raíces, permiti -

tiendo un mayor volumen explotable de suelo para la obtención de agua y nutrientes (7,14).

f) Color del suelo: Indica, relaciones con otros aspectos, el origen geológico, cantidad de materia orgánica, oxidación y reducción, acumulación de hierro y otros factores (14).

g) Agua disponible: Los árboles pueden presentar déficit temporal de agua interna, al medio día debido a la resistencia del movimiento del agua dentro del suelo y las raíces, retrasando la absorción respecto a la transpiración.

Kramer, citado por Spurr (25) encontró que algunos árboles crecen más durante la noche, en respuesta al patrón de disponibilidad de agua; es así, como en verano por el déficit de agua en el suelo, que los tejidos al sufrir falta de agua reducen el crecimiento arbóreo (25).

4.1.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

Los fenómenos químicos del suelo contribuyen a permitir el almacenamiento de agua y de nutrientes, que son determinantes en el crecimiento y capacidad competitiva de las especies forestales. La formación del suelo es afectada en gran medida por el movimiento de sustancias entre la planta y el retorno a través del mantillo, y tendrá como efecto influencia sobre la vegetación posterior (7,25).

a) Capacidad de intercambio catiónico: (CIC)

La alta caidad de sitio se relaciona con una alta CIC, pero lo contrario no siempre es cierto. Los suelos forestales con su disposición de coloides de Humus como reservorios eficientes para los cationes de los nutrientes, evitan el lavado de la fertilidad por el agua (7,-25).

Los suelos arenosos tienen baja CIC y los arcillosos alta CIC, que es una medida de la fertilidad del suelo. La precipitación y la descomposición de la materia orgánica, favorecen la disponibilidad de los cationes (Al, Ca, Mg, K, Na, N, H), tanto para la absorción de las raíces como para la lixiviación. Los aniones móviles en la solución del suelo contribuyen a la lixiviación, pudiendo dejar pocas bases para ser absorbidas por el sistema radicular (7,25).

b) Nutrientes:

Los árboles requieren para su desarrollo de elementos gaseosos (C,H,O), macronutrientes (Ca, Mg, K, P, N, S, Fe) y micronutrientes (B, Cu, Mn, Mo, Zn).

Spurr (25), indica que los pinos requieren cantidades mucho menores de nutrientes que la mayoría de especies de hoja caduca; Haig (10), lo afirma para pinos tropicales respecto a las latifoliadas.

El N, P, K y Ca son los que generalmente se encuentran -

restringidos en el suelo; el S, Mg y Fe rara vez presentan disponibilidad limitada; los elementos menores son requeridos en mínimas cantidades, por lo que rara vez son deficientes.

Nitrógeno: Daniel et al (7), en Pseudotsuga taxifolia encontraron que el N se acumula con rapidez en la biomasa alcanzando la estabilidad con la máxima biomasa foliar, pudiendo entonces satisfacer sus necesidades por traslocación y removilización interna.

El nitrógeno se incorpora al sistema por la precipitación y por fijación (Azotobacter, Clostridium). La acidez de los bosques de coníferas limita la velocidad de la fijación (7,25). Villafuerte (28), citando a Wilde, considera 0.2% del nitrógeno total como adecuado para la mayoría de especies.

Potasio: Se incorpora al suelo a través de la lluvia y está presente en las arcillas, se lixivian con rapidez, y tiene cierta movilidad en la planta (7). Jadan (14), considera que 30 ppm es suficiente para pinos.

Fósforo: Su deficiencia rara vez se manifiesta, es altamente móvil dentro de la planta y se considera que 50 ppm de fósforo disponible son suficientes para la mayoría de especies forestales (14). El fósforo se vuelve insoluble a pH de 6.5 (combinándose con el Ca) y a pH de 4.0 (se combina con Fe y Al) (7).

Calcio: Es un elemento nutritivo principal, influye en

la fertilidad del suelo a través de su efecto en las propiedades físicas y químicas del mismo, es relativamente inmóvil en la planta. Salvo en algunos casos de acidez elevada, se encuentra en cantidades suficientes en los suelos (7,14).

c) pH: Influye en las funciones de la vida, disponibilidad de nutrientes y propiedades físicas de los suelos (14). Existen rangos aproximados de pH por especie, pero los árboles pueden influir en el pH, por ejemplo: los pinos, pinabetes, abetos y abeto Douglas, intensifican la acidez de la capa superior del suelo; Juniperus virginiana, mostró pH más ácido en la zona de Railes, mientras Juniperus comunis mostró que aumentaba la acidez en el mantillo. Cada especie se adaptará, modificará o bien no será influida en su crecimiento por el pH, como el cedro rojo en la región de los Ozarks en donde el pH tuvo poca influencia (8,14,25).

4.2 CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS

Las características fisiográficas en Norte América tienen influencia directa en la calidad de sitio; sin embargo, en el trópico se considera que la pendiente y la forma topográfica son determinantes indirectos del crecimiento, condicionando una serie de factores que si influyen los procesos fisiológicos (7,14,26).

4.2.1 FORMA TOPOGRAFICA:

La exposición, la elevación y la convexidad o concavidad del terreno influyen sobre el drenaje del agua.

disponibilidad de luz y nutrientes, y sobre los vientos.

Las elevaciones orientadas hacia el sur reciben mayor intensidad lumínica en el hemisferio norte; la convexidad y concavidad favorecen erosión, cambios diarios y microclima forestal (25,26)

4.2.2 PENDIENTE:

Tschinkel (26), muestra la pendiente relacionada junto a otros factores en un 72% con la calidad de sitio (altura); - Jadan (14), cita a Hannah afirmando que 55% de la variación en altura se debe a la topografía.

4.3 CLIMA

El clima es el mayor determinante regional de la distribución de la vegetación y el microclima es significativo en la distribución local de especies y comunidades (25). Las coníferas tropicales se establecen principalmente en zonas estacionales y en un amplio margen climático, variando sus necesidades según género y especie (17).

Lojan (16), al estudiar la periodicidad del clima y del crecimiento de varias especies (inclusive Pinus pseudostrobus) estableció los siguientes patrones:

- De mayo a octubre es el período de mayor crecimiento en las coníferas y de noviembre a abril, de menor crecimiento, correlacionando positivamente con el número de días de lluvia, temperatura mínima y máxima absoluta, humedad relativa mínima absoluta y negativa con las horas de brillo solar.
- El crecimiento anual mostró tendencia negativa con la cantidad de lluvia, número de días de lluvia, humedad relativa mínima absoluta, lo que indica que los altos crecimientos coinciden con los valores anuales más bajos.

- El crecimiento anual mostró relación positiva con las horas de brillo solar y las temperaturas mínimas y máximas absolutas.

4.4 FACTORES ECOLOGICOS

Las coníferas se dan en rodales puros y mixtos, de número reducido de especies, en la región tropical, se dan desde el nivel del mar hasta el límite altitudinal arbóreo y es común encontrarlas donde el fuego evita el establecimiento de latifoliadas. Cuando las condiciones ecológicas son desfavorables para las especies de hoja ancha, los pinos forman masas puras (7,10).

Los pinos son característicos de suelos secos, gruesos, especialmente arenas, gravas y afloramientos rocosos. Deben su dominancia a incendios frecuentes y a su capacidad de regenerarse en las cenizas. Su profundo sistema radicular no les permite crecer en suelos pobremente drenados. La acidez, la poca fertilidad y humedad los favorecen (10,25).

4.4.1 COMPETENCIA Y TOLERANCIA:

La competencia entre individuos de distintas especies genera la transformación natural de una composición forestal a otra. Los pinos tienden a formar estructuras de la misma edad, en donde la competencia por luz, agua y nutrientes depende en gran medida de la densidad y al expresarse los factores genéticos de la especie resulta el desarrollo superior de las coronas de algunos árboles que se constituyen dominantes, mientras que los de-

más desarrollan coronas que se clasifican en codominantes, intermedias y suprimidas (25).

Esta competencia puede significar la eliminación de individuos particularmente los menos adaptados, o bien de una especie en un sitio; sin embargo, existen especies denominadas tolerantes, por poseer una capacidad relativa (genética y fisiológica) para desenvolverse en un ambiente adverso. Las tolerantes pueden resistir iluminación de baja intensidad, poca humedad, bajas temperaturas; a largo plazo ésto puede favorecerles hasta ser dominante o codominante, sobrevivir y en caso contrario también pueden desaparecer (7,25).

4.4.2 DISTRIBUCION ESPACIAL:

Las poblaciones vegetales se distribuyen en patrones espaciales, los que se han clasificado en tres:

- Al azar
- Regular o uniforme
- Contagiosa o agrupada

La contagiosa es la regla y se da debido a que los factores y condiciones que afectan la sobrevivencia, cambian en forma irregular dentro de ciertos límites, dentro del espacio, agrupando más individuos, cerca del óptimo y menos en zonas desfavorables. Esto tiene consecuencias en la densidad ecológica y en la regulación de relaciones (21).

5. ANALISIS DE FUSTE

El análisis de fuste consiste en analizar las capas de incremento - anual, sirve para conocer la altura, volumen, diámetro de un árbol, en un momento determinado de su vida. Para obtener los datos necesarios, el árbol debe ser derribado y seccionado transversalmente a intervalos determinados, midiendo en cada sección el crecimiento en períodos de 5-10 años (11,15). El análisis de fuste permite obtener información sobre la dinámica del rodal (1).

5.1 RELACIONES ALOMETRICAS

Se definen como la relación entre dos variables del árbol y representan relaciones estáticas entre diferentes dimensiones del árbol en determinado momento. Las variables dinámicas son aquellas que se utilizan para predecir, partiendo del estado previo del árbol. Las tablas de volumen de los árboles son un ejemplo de relación alométrica (1).

5.2 FACTOR DE FORMA Y DE CORTEZA

Se utiliza para calcular volumen de masas en pie, siendo un factor respecto al volumen de un cilindro, en función del volumen real de un árbol. Su principal limitación es el hecho de que varía con la edad de los árboles (15).

El factor de corteza, también es útil para estimar masas en pie y se basa en la relación entre el diámetro con corteza y sin corteza. Sirve para facilitar cálculos de diámetros, áreas basales y volúmenes sin corteza (11).

6. PARCELAS PERMANENTES (PMP)

En la construcción de un modelo para predecir rendimiento en forma precisa, se considera el uso de parcelas de medición permanente (PMP), como un método confiable.

Se pueden incorporar tratamientos extremos para conocer el efecto sobre el rendimiento (1,11).

El manual de establecimiento de parcelas permanentes de Cohdefor (11), clasifica las metas de las PMP en:

Corto Plazo: - Estimar la producción potencial óptima.

Largo Plazo: - Proveer datos para construir tablas de rendimiento y desarrollo dasométrico durante un turno.

- Proveer datos que describan los efectos de las intensidades de raleo. Mackay (17), menciona que las PMP permiten obtener información para determinar el área basimétrica limitante (índice para aclareos) para cada especie, cuando se ensayan aclareos en diferentes densidades.

7. ACLAREO

El aclareo es la eliminación artificial y parcial de árboles del bosque. Sirve para evitar los efectos de la competencia excesiva, evita permanencia de árboles de mala forma, redistribuye el potencial de crecimiento y mejora la calidad del rodal residual. Mediante la reducción del turno y la producción de árboles de menor diámetro reduce costos de producción (7,17).

Cada especie presenta un régimen óptimo de aclareo para producir ma

dera. En general a mayor densidad se obtendrá mayor producción de volumen, pero de menores dimensiones. Es así, como el grado y tipo de aclareo pueden determinar las condiciones de diámetro y volumen a producir (17).

Los índices para especificar el aclareo son varios (17):

- Por clases: Toma en cuenta el aspecto cualitativo (la posición de copas y la forma del fuste).
- Numérico: Especifica el número de árboles que deben quedar para cada clase de edad.
- Según Area Basal: Es un factor valioso si se especifica el número de árboles o diámetro medio ya que el área basal está estrechamente relacionada con el volumen. Especifica el valor de ocupación de los árboles que queden en el bosque.
- Según Índice de Espaciamento Relativo (S%): Especifica los límites entre los que deben mantenerse el S% para cada etapa de desarrollo del rodal.
- Régimen de Espesura: Define la serie de aclareos que determinan la densidad durante el desarrollo de la masa forestal hasta la cosecha final.

Los raleos son definidos como fuertes, cuando se tala el 35% del área basal del rodal original y normal cuando es el 25% (11).

1. SELECCION DEL RODAL

Se trabajó en un bosque natural de Pinus oocarpa Schiede. y Pinus pseudostrobus Lindl., que no muestra alteración de su crecimiento. Es un bosque puro respecto al género, con relativa homogeneidad en la altura y con densidad alta en relación a la zona.

Pinus pseudostrobus Lindl. se muestra dominante en forma general, pero Pinus oocarpa Schiede. mantiene una estrecha codominancia.

Se seleccionó el bosque para establecer en él parcelas de medición permanente (PMP), a las que se adicionó tratamiento de aclareo. Los árboles tumbados fueron objeto de análisis fustal para determinar los parámetros de crecimiento de los árboles de la región.

1.1 UBICACION Y LOCALIZACION

El bosque está situado en la Finca "San Francisco El Cornejo", dista 10.6 km de la cabecera municipal de San Martín Jilotepeque, Departamento de Chimaltenango.

Para llegar al bosque se viaja desde la ciudad capital a través de la carretera panamericana (CA-1). Al llegar a Chimaltenango (km 50) se sigue hacia el norte 25 km conduciéndose a San Martín Jilotepeque por carretera de terracería transitable todo el año. De San Martín Jilotepeque se viaja en la carretera de terracería que conduce a Choatalún aproximadamente 7 km hasta el cruce que conduce a la Finca "La Cruz del Milagro", a partir de cuyo casco se viajan 2 km hasta el bosque siguiendo

el camino que conduce a las Lagunetas, el cual es transitable con vehículo de doble tracción en época seca; en época lluviosa es de difícil acceso. La distancia del bosque a la capital es de 85.6 km. La carretera posee 50 km asfaltados y 35 km en terracería, transitables todo el año.

Las figuras No. 3 y 4 muestran la ubicación del bosque. Las parcelas se ubicaron en dos bloques continuos a lo largo del bosque (Ver figura No. 5)

El bosque se encuentra a una altitud media de 1580 msnm; en la longitud 90° 44' 05" y latitud 14° 49' 43". El punto de referencia del bosque es el desvío de terracería que conduce a las Lagunetas (Seca, Honda y Del Tul) del que se encuentra a 120 m con rumbo sur. Las parcelas IA-IIIB colindan en su borde norte con la división entre las fincas "La Cruz del Milagro" y "San Francisco El Cornejo" (Ver figura no. 5)

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES

2.1 ORIGEN DEL BOSQUE

Hace aproximadamente 25 años, se realizó el último aprovechamiento, los árboles padres dieron origen al bosque actual. Los árboles padres no fueron dejados con un patrón determinado, sino por sus características de diámetro y forma. El aprovechamiento no fue tala rasa, pero dejó un bosque poco denso en algunas porciones. La densidad remanente se estima en 35 árboles/ha.

En el bosque se muestran indicios de incendios en el sotobosque, y se sabe por referencia que son anuales, por el manejo de pas-

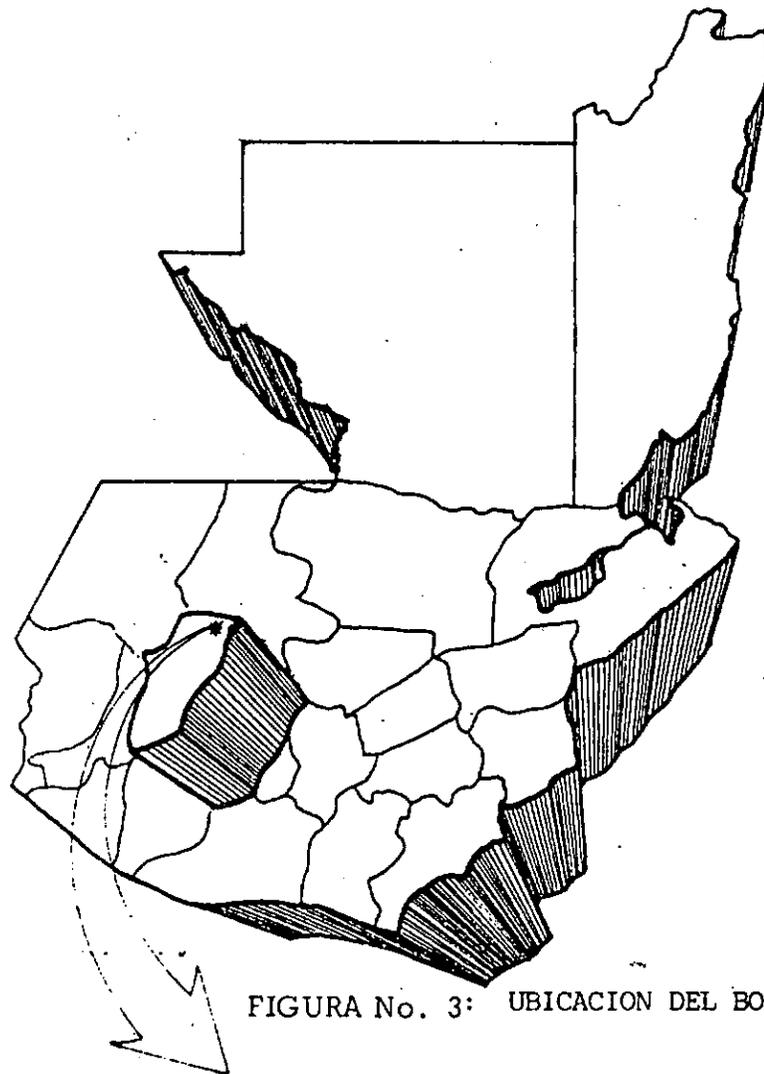


FIGURA No. 3: UBICACION DEL BOSQUE EN EL PAIS

POBLADO
(Choatalun)



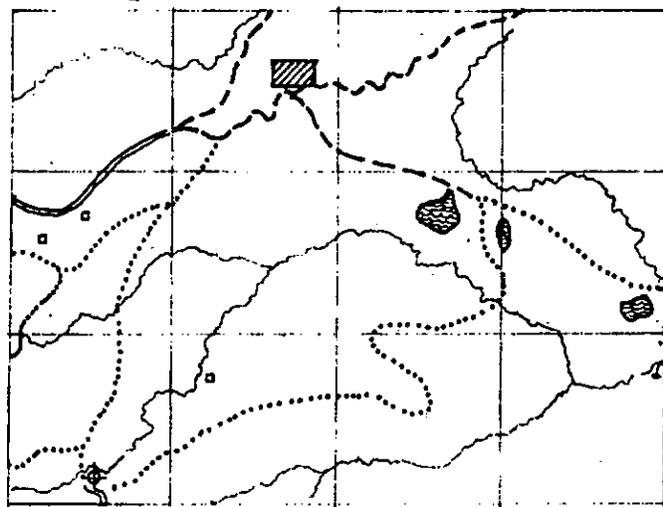
FINCA



Camino de
terracería
principal



Camino de
terracería
secundario



CAMINO
PEATONAL



LAGUNA



Parcela
Experimental



RIO



FIGURA No. 4: UBICACION DE LAS PARCELAS ESCALA 1:45500



LEYENDA

-  Bosque Denso
-  Bosque Semidenso
-  Bosque Ralo
-  Pastos
-  Cultivos
-  Parcelas experimentales
-  Camino

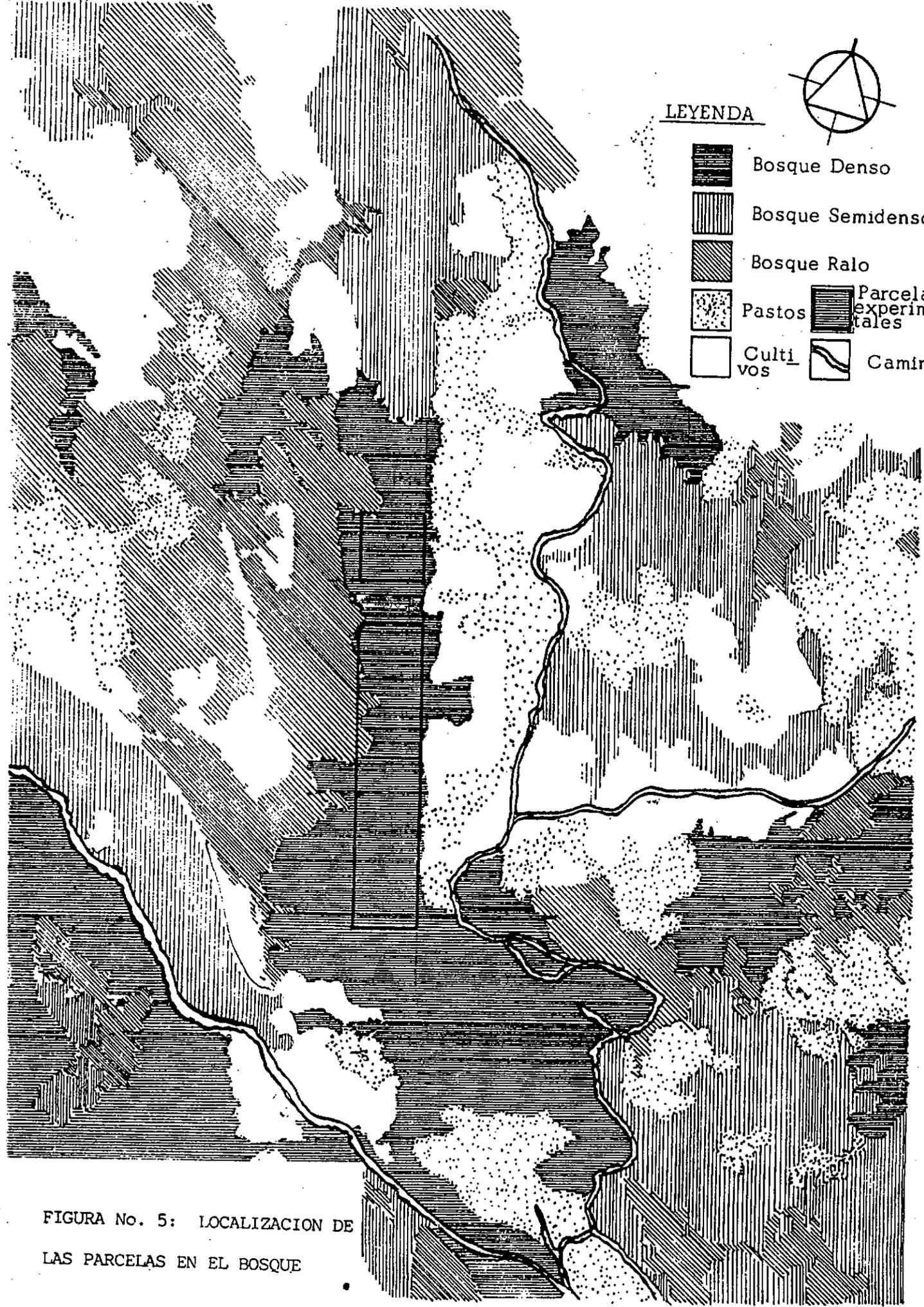


FIGURA No. 5: LOCALIZACION DE LAS PARCELAS EN EL BOSQUE

tizales y campos de cultivo cercanos, limitando la regeneración natural.

2.2 SUPERFICIE

El bosque estudiado tiene 4.4 ha de bosque homogéneo de Pinus - spp. dentro de la finca "San Francisco El Cornejo", de las cuales 2.8 son ocupadas por las parcelas de medición permanente; - en los alrededores existen extensiones de variados tamaños con bosques puros (Pinus spp.) y mixtos (Pinus spp. y Quercus) - (Ver figura No. 5).

2.3 SUELOS

Simmons, Tarano y Pinto (24), clasifican los suelos presentes en la región de San Martín Jilotepeque, como suelos de la altiplanicie central, serie Quiché. Esta serie se caracteriza por suelos profundos, desarrollados sobre ceniza volcánica pomácea firmemente cementada de color claro, buen drenaje, color café oscuro en el horizonte superficial (15-20 cm de profundidad), con fertilidad de regular a baja.

El análisis de las variables del suelo (cuadro 20-A), indica que son suelos franco arenosos predominantemente, con pH ácido, profundos, estructura media, sin erosión aparente, pendiente accentuada, con un contenido moderado de materia orgánica (3.5% en todo el horizonte y 5.22% en el horizonte A).

La fertilidad es adecuada en todo el sitio, para K, Ca y Mg, de acuerdo con los parámetros de Jadan (14), el fósforo se encuentra en los niveles adecuados en 4 parcelas, siendo deficiente --

en las parcelas IIA y III B.

Por observación del desarrollo radicular, la textura, la estructura del suelo y por no existir signos de óxido-reducción-edáfica, se deduce que la permeabilidad del suelo es adecuada.

2.4 ALTITUD Y FISIOGRAFIA

El rodal está entre 1,560-1,600 msnm, con una altitud promedio de 1,580 msnm, presenta una exposición de pie de montaña.

El cuadro No. 2 resume algunas características del rodal:

CUADRO No. 2

CARACTERISTICAS TOPOGRAFICAS DE LAS PARCELAS EVALUADAS EN SAN MARTIN JILOTEPEQUE (0.25 ha por parcela)

FACTOR	Parcela					
	IA	IIA	IIIA	IB	IIIB	IIIB
EXPOSICION	SE	SE	SE	SE	SE	SE
CONTORNO	CONCAVO	CONVEXO	CONVEXO	RECTO	CONVEXO	CONVEXO
PERFIL	CONCAVO	CONVEXO	CONVEXO	CONCAVO	CONCAVO	CONVEXO
PENDIENTE (GRADOS) NS	12	8	17.5	11.5	13.5	5.5
, EW	3	15	11.5	12	11	13

El bosque está en la cuenca del río San Jerónimo, afluente del río Pixcayá.

2.5 CLIMA

Los datos climatológicos se obtuvieron de la estación San Martín Jilotepeque, tipo B, ubicada a 1,800 msnm, a pocos kilómetros del rodal. El cuadro No. 3 resume algunos de los datos:

CUADRO No. 3

RESUMEN DE TEMPERATURA MEDIA, PRECIPITACION Y HUMEDAD RELATIVA. ESTACION SAN MARTIN JILOTEPEQUE

FACTOR	M E S												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
T°C	15.6	16.5	18.4	19.5	19.6	18.3	17.8	17.8	17.3	16.9	16.9	15.8	17.5
PP	3.7	5.7	14.9	24.6	113.71	247.4	206.0	186.4	254.5	155.6	31.3	5.4	1249.2
HR%	76.6	73.4	71.2	71.6	76.3	83.6	82.6	83.4	84.5	83.5	81.7	78.5	78.9

Las temperaturas máximas y mínimas absolutas registradas son - 32°C y 00°C; la humedad relativa 78.9%.

La figura No. 6 describe el comportamiento climático. La gráfica indica una época lluviosa de 8 meses (abril a noviembre) con una leve declinación de la precipitación en agosto; ésto - hace suponer que los árboles forman un anillo anualmente, porque el déficit de agua es mínimo durante una época definida en el año.

2.6 ZONA DE VIDA

El bosque húmedo montano bajo subtropical, es la zona de vida a la que pertenece el sitio, de acuerdo a la clasificación de Holdridge (6). La precipitación varía entre 1,057-1588 mm, bio temperaturas de 15-23°C y elevaciones entre 1,500-2400 msnm.

Las existencias boscosas de la zona, son escasas por la densidad de población y se recomienda mantenerlos en las áreas accidentadas para satisfacer demanda local (6).

SAN MARTIN JILOTEPEQUE (1800 m.) 17.5 °C 1249.2

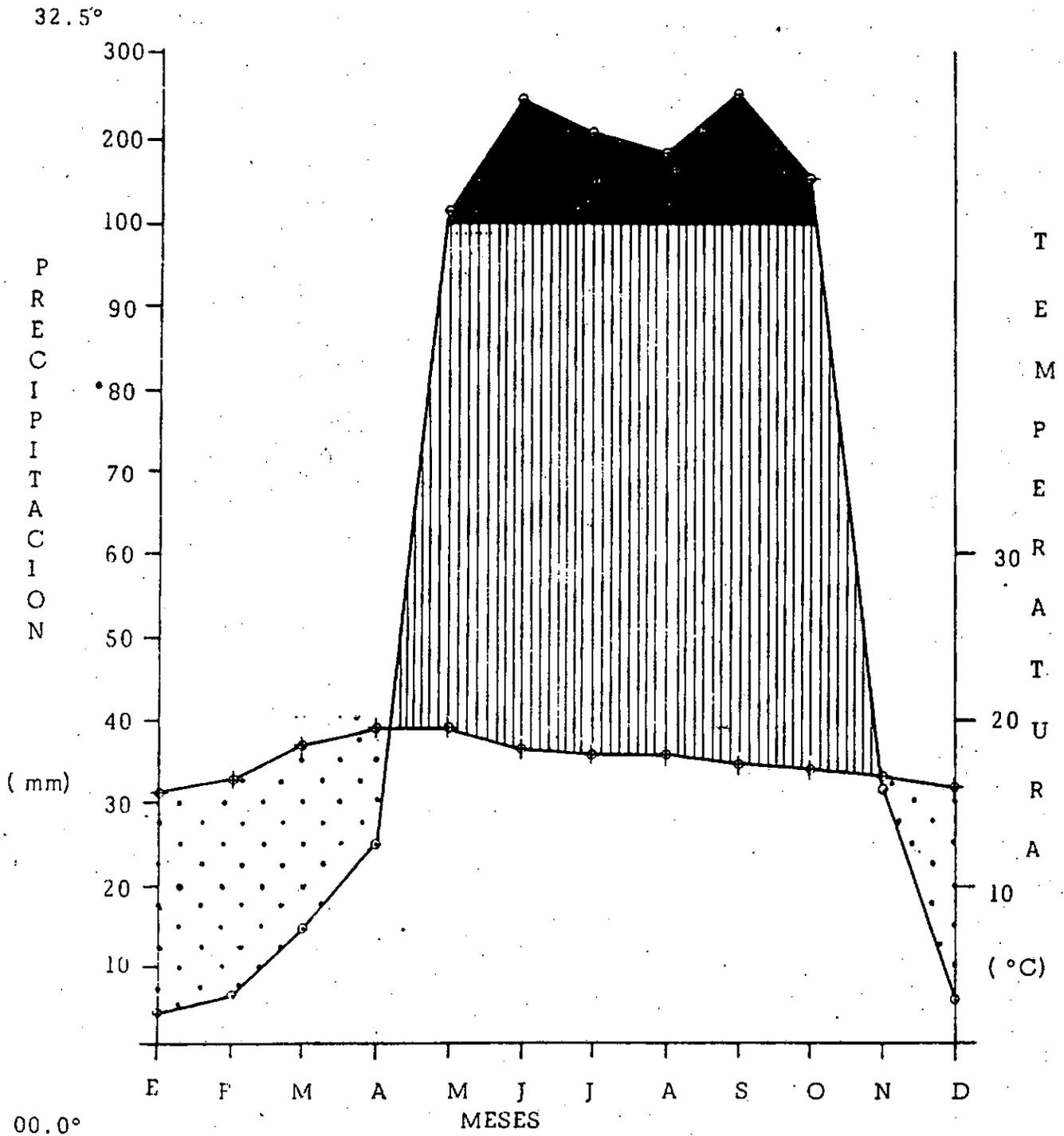


FIGURA No. 6: CLIMADIAGRAMA DE SAN MARTIN JILOTEPEQUE, CHIMALTENANGO

Quercus spp., Pinus pseudostrobus, Pinus montezumae, Alnus jorullensis, son las especies indicadoras.

2.7 COMPOSICION DEL RODAL

El bosque está conformado por Pinus oocarpa y Pinus pseudostrobus principalmente y una porción mínima de Quercus spp.; Schwerdtfeger (23), indica que es común la asociación de estos pinos; en el cuadro No. 4 muestra algunos parámetros de la composición del rodal:

CUADRO No. 4

RESUMEN DE DATOS DE COMPOSICION ARBOREA DE LAS PARCELAS

ESPECIE VARIABLE	<u>Quercus</u> <u>spp.</u>	<u>Pinus</u> <u>oocarpa</u>	<u>Pinus</u> <u>pseudostrobus</u>	TOTAL
d +	16.50	28.38	31.63	-
g *	6.636834	11.029836	13.12197	30.78864
h	289	176	152	617
% g total	21.56	35.82	42.62	100
h dom ** (cm)	15.75++	21.61	23.87	-

- * Sumatoria de todas las parcelas
- ** Estimada con hipsómetro
- + Medido con cinta diamétrica en cm
- ++ Estrato oprimido

El 78.44% del área basal pertenece a Pinus spp., y la dominancia relativa en altura y área basal, corresponde a Pinus pseudostrobus; Pinus oocarpa mantiene codominancia. Sin embargo, Quercus spp. se muestra como una especie tolerante que podría dominar el rodal si no se interviene silviculturalmente. Pinus oocarpa puede regenerarse bajo sombra no muy densa, lo que puede justificar su elevado número en el rodal (23).

En el estrato arbustivo Senecio petasoides, Calliandra spp., Lippia spp., Vernonia spp., Psidium spp. y Quercus spp. dominan; y en el herbáceo Mimosa albida, Pteridium aquilinum y Rubus spp.

2.8 ENFERMEDADES Y PLAGAS

Pinus oocarpa se muestra altamente susceptible al tizón del tallo (Cronartium quercuum) enfermedad que limita la regeneración y posibilidades de aprovechamiento de la especie.

En el bosque se observó algunos árboles con síntomas semejantes a los de la enfermedad. Infecciones de los conos causadas por Cronartium ribicola (roya del cono) son frecuentes en Pinus oocarpa y Pinus pseudostrobus, pero los daños son mínimos- (23).

Se observaron daños en un individuo de Pino blanco causados por Dentroctonus adjunctus (gorgojo del pino), que ataca frecuentemente a Pinus pseudostrobus cuando éste es una especie dominante o codominante asociada a Pinus rudis, de acuerdo con Castañeda (5); Pinus oocarpa es susceptible, en caso de daños por resinación u ocoteado; en el rodal no se encontraron daños del gorgojo en esta especie.

3. TRAZO PRELIMINAR DE PARCELAS

La primera aproximación del trazo y ubicación de las parcelas se hizo en fotografía aérea de 1,980 (escala aproximada de 1:30,000) y con la ayuda de un mapa 1:50,000.

3.1 PRUEBAS DE HOMOGENEIDAD

En especie: Se determinaron las especies presentes, a través de muestras vegetales. Se obtuvo el área basal de las especies presentes dentro de las parcelas; los cuadros No. 4 y No. 21-A describen los resultados obtenidos. El número de individuos y el diámetro a la altura del pecho fueron las variables analizadas, obteniéndose con cinta diamétrica y conteo.

En altura dominante: La altura se obtuvo a través de la selección de los diámetros mayores por especie y se midieron con clinómetro, 29 individuos para Pinus oocarpa y 29 para Pinus pseudostrobus. Se practicó una prueba de "t" a 0.05 y 0.01, a las medias de alturas dominantes para probar la homogeneidad de los sitios, que de ser heterogéneos, el estudio no podría llevarse a cabo.

4. ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS DE MEDICION

4.1 DETERMINACION DE ESPECIES

Se determinaron las características distintivas de cada especie, utilizando las descripciones de Schwerdtfeger y determinando las especies en el herbario de la facultad de Agronomía para diferenciar los individuos en el campo por observación a priori.

4.2 MARQUEO DE LOS INDIVIDUOS

Dentro de la parcela se utilizaron dos placas de aluminio por árbol, clavadas a 0.10 y 2.00 m del suelo. Las placas se orientaron al sureste y contienen el número del árbol, la parcela y

el bloque.

4.3 TRAZO DE LAS PARCELAS

Las parcelas se instalaron en el campo con los siguientes parámetros:

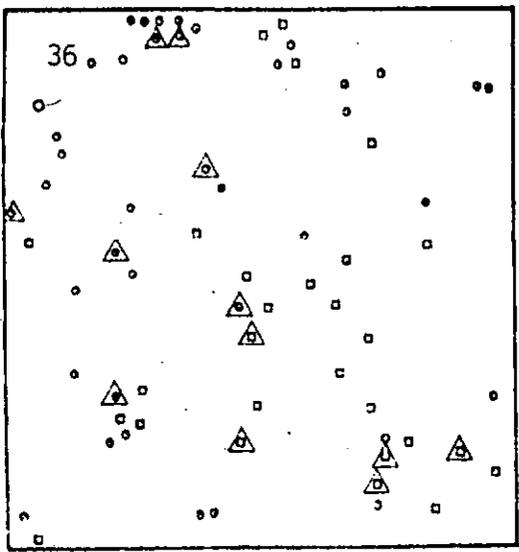
- Edad del rodal: Bosque natural de 23 años de edad.
- Número: 6 parcelas.
- Tamaño: 0.25 ha/parcela.
- Forma: Cuadrada (50 m x 50 m)
- Diseño: Bloques al azar, con 3 tratamientos de raleo por bloque (0%, 30%, 50%). Entre cada tratamiento hay 12 metros de separación.
- Mediciones: Se llevaron a cabo entre junio y diciembre de 1986. Los efectos del raleo serán evaluados por el Instituto de Investigaciones Agronómicas (Facultad de Agronomía). Las esquinas se marcaron con estacas de madera pintadas de blanco y los árboles de borde se les marcó con una equis (x) blanca orientada hacia dentro de la parcela.

5. MEDICION DE VARIABLES EN EL RODAL

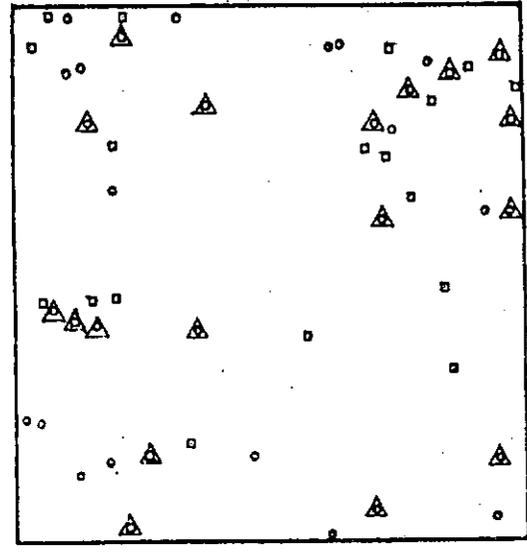
5.1 EN LA PARCELA

5.1.1 LOS ARBOLES:

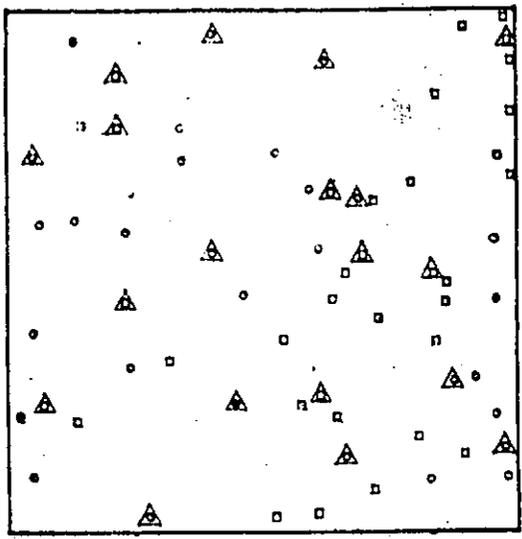
Fueron mapeados dentro de cada parcela, respecto a la esquina más cercana con brújula y cinta métrica (Figura No. 7).



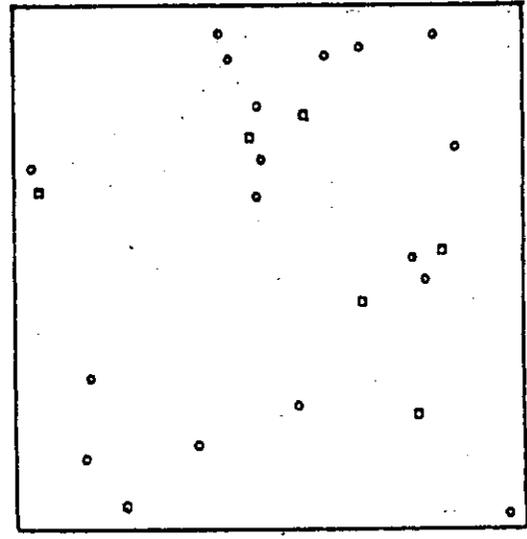
A III



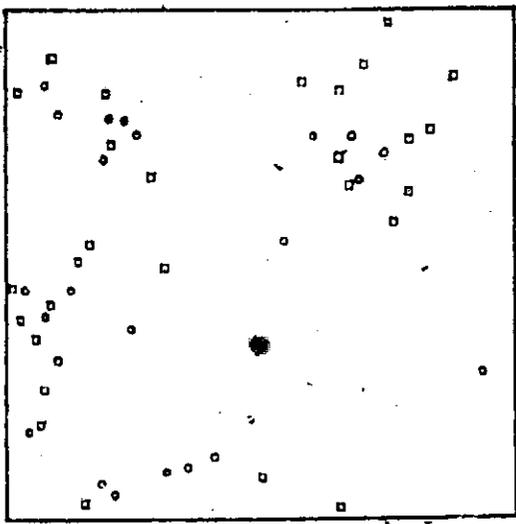
B III



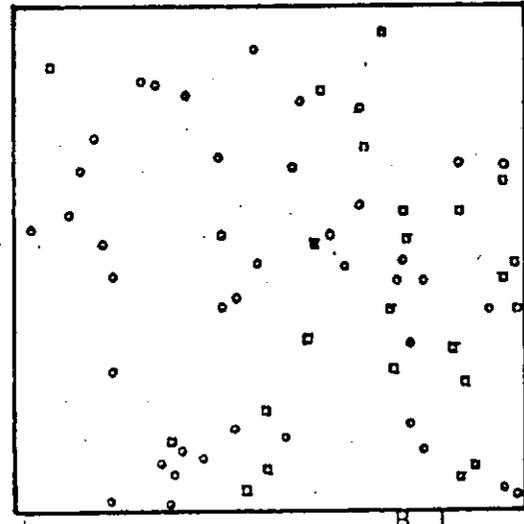
A II



B II



A I



B I

- Pinus pseudostrobus Lindl.
- Pinus oocarpa Schiede.
- △ Arbol Talado

FIGURA No. 7: DISTRIBUCION DE LOS ARBOLES EN LAS PARCELAS

5.1.2 LOS SUELOS:

Fueron muestreados por horizonte a través de una calicata por parcela. La pendiente se midió con clinómetro.

5.1.3 LA DISTRIBUCION ESPACIAL POR ESPECIE:

Se determinó a través de la medición, al azar, de la distancia entre 10 individuos/parcela respecto a otra especie (entre Quercus spp., Pinus oocarpa y Pinus pseudostrobus), para su análisis se usó la prueba de Clark y Evans descrita por Rabinovich (21) para conocer el arreglo espacial.

5.1.4 LA FLORA:

Se muestreó con parcelas de 4 x 4 m para arbustos y 1 x 1 m para hierbas, distribuidas al azar.

5.2 EN LOS ARBOLES

5.2.1 ANTES DEL RALEO:

DAP, altura dominante y número de individuos por especie.

5.2.2 DURANTE Y DESPUES DEL RALEO:

Se usó raleo numérico, relacionado con la especie y la dominancia. El área basal y distribución diamétrica sirvieron como guías. Los árboles fueron tumbados con motosierra, 27 de Pinus oocarpa y 24 de Pinus pseudostrobus, a los que se les practicó el análisis fustal en el campo, por distinguirse claramente los anillos.

a) Análisis Fustal: A cada árbol tumbado de Pinus -
spp. se le midió:

- Altura total
- Diámetro con y sin corteza seccionado a 0.3, 1.30 e intervalos de 1.35 (para utilizar la madera como leña).
- En cada sección se buscó el diámetro promedio, marcando cada décimo anillo desde afuera hasta llegar a la médula, en el DAP se midió cada quinto anillo.
- En el corte a 0.3 m se contó el número de anillos en dos diámetros, perpendiculares para estimar la edad. - Además, se midió el grosor de cada anillo para correlacionarlo con el clima.

b) Variables Derivadas: El factor de forma, factor de corteza, área basal, volumen real, incrementos (altura, diámetro, volumen y área basal) y tiempo de paso se calcularon según la metodología descrita por Nuñez (19), - salvo que el volumen se estimó con la fórmula de Newton. La relación entre variables se estableció a través del uso del análisis de regresión.

1. TRAZO PRELIMINAR DE PARCELAS1.1 DISTRIBUCION DE ESPECIES

El cuadro No. 4 y 21-A, describen la distribución y dominancia de las especies presentes en el rodal, en donde destacan las siguientes características:

El 78.44% del área basal pertenece a las coníferas, Pinus oocarpa (35.82%) y Pinus pseudostrobus (42.62%) lo que indica que se trata de un rodal de coníferas; a Quercus pertenece el 21.56% del área basal total del mismo. La altura dominante de Pinus pseudostrobus es mayor que la de Pinus oocarpa, relacionado con el área basal y diámetro medio, indica dominancia de Pinus pseudostrobus y codominancia estrecha de Pinus oocarpa.

Pinus pseudostrobus posee el menor número de individuos (101 árboles/ha), Pinus oocarpa le sigue (117 árboles /ha) y Quercus presenta el mayor número de individuos (193 árboles/ha).

El volumen sin corteza estimado muestra que Pinus pseudostrobus ha acumulado el mayor valor (81.176 m³/ha), Quercus ocupa un valor intermedio (73.939 m³/ha) y el valor menor pertenece a Pinus oocarpa (61.993 m³/ha) (Ver cuadro No. 22-A).

Los diámetros que domina Quercus son menores de 24 cm (43% de los individuos y 29% del volumen del rodal). Pinus oocarpa entre 15-39 cm (25% de los individuos y 24% del volumen del rodal); Pinus pseudostrobus entre 20-54 cm (24% de los individuos y 27% del volumen del rodal).

Pinus pseudostrobus se presenta como la especie más importante,

seguida por Quercus, que aunque ocupa el sotobosque, se presenta como una especie agresiva y Pinus oocarpa se presenta como codominante.

1.2 PRUEBAS DE HOMOGENEIDAD PARA ALTURA

A través del clinómetro se midieron las alturas de aproximadamente 15 árboles dominantes y codominantes por parcela (59 Pinus pseudostrobus y 29 Pinus oocarpa). Se compararon las alturas a través de pruebas de "t" por parcela, para determinar la homogeneidad del sitio.

Se tomó las alturas de Pinus pseudostrobus como el indicador más confiable por su dominancia, encontrándose a 0.05 de probabilidad que no existe diferencia alguna entre parcelas y se considera homogéneo el sitio. Además, los datos estadísticos de las alturas estimadas, presentaron para Pinus pseudostrobus y Pinus oocarpa, respectivamente, una media de 23.87 y 21.61 m, desviación estándar de 1.588905 y 1.906389 y C.V% de 6.66% y 8.82%.

2. SITUACION DEL BOSQUE ANTES DEL ACLAREO

2.1 ESTADISTICAS DE DENSIDAD, DAP, AREA BASAL Y VOLUMEN POR ESPECIE Y POR PARCELA.

Los datos del cuadro No. 5 muestran una alta densidad, producto de la dinámica de sucesión del rodal, una dominancia clara de Pinus pseudostrobus en diámetro, área basal y volumen; Pinus oocarpa se muestra como codominante en general y Quercus spp. se muestra como una especie agresiva en el número de in

dividuos y el volumen, aunque su área basal es reducida, el número de individuos incrementa el volumen.

CUADRO No. 5

DATOS DE DENSIDAD, DIAMETRO, AREA BASAL Y VOLUMEN POR
ha EN EL RODAL ESTUDIADO

ESPECIE	DENSIDAD IND/ha	\bar{d} (cm)	g TOTAL m ² /ha	VOLUMEN SC ESTIMADOS m ³ /ha
<u>P. pseudostrobus</u>	101	31.63	8.74798	81.176
<u>P. oocarpa</u>	117	28.38	7.35322	61.993
<u>Quercus *spp.</u>	193	16.50	4.44556	73.939
TOTAL	411	-	20.52576	217.108

2.1.1 DISTRIBUCION DEL DIAMETRO Y DEL VOLUMEN EN EL RODAL

El cuadro No. 6 muestra las clases diamétricas y el volumen estimado por especie.

Quercus spp., muestra un número elevado de individuos en las clases diamétricas menores (10-24 cm), con una frecuencia arriba de 43% y el volumen en pie de la especie alcanza un 34%, dato considerable, pero que por el diámetro y calidad de los fustes serviría únicamente para leña.

Pinus oocarpa presenta los diámetros entre 20-39 como los de mayor frecuencia (25% del total), acumulando un 20% del volumen total, mostrando que domina en frecuencia y volumen en el estrato codominante.

CUADRO No. 6

DISTRIBUCION DEL DIAMETRO Y EL VOLUMEN POR ESPECIE EN EL BOSQUE ESTUDIADO (EN 1.5 ha)

	No. de individuos			Frecuencia acumulada %			Volumen Estimado (m ³)			% de volumen acumulado		
	<u>Pinus oocarpa</u>	<u>P. pseu-dostrobus</u>	<u>Quercus spp.</u>	<u>Pinus oocarpa</u>	<u>P. pseu-dostrobus</u>	<u>Quercus spp.</u>	<u>Pinus oocarpa</u>	<u>P. pseu-dostrobus</u>	<u>Quercus spp.</u>	<u>Pinus oocarpa</u>	<u>P. pseu-dostrobus</u>	<u>Quercus spp.</u>
10-14	9	3	142	1.45	0.49	23.01	0.86	0.21	38.83	0.26	0.07	11.92
15-19	20	13	85	4.69	2.60	36.79	3.73	2.05	34.28	1.41	0.70	22.45
20-24	43	17	40	11.66	5.36	42.27	13.79	4.93	21.51	5.64	2.21	29.05
25-29	38	21	14	17.82	8.76	45.54	18.80	9.91	9.46	11.41	5.25	31.96
30-34	34	35	6	23.33	14.43	46.51	23.75	24.80	4.90	18.70	12.86	33.46
35-39	21	31	2	26.73	19.45	46.83	19.24	31.11	1.92	24.61	22.41	34.05
40-44	9	22	0	28.19	23.02	-	10.13	29.94	-	27.72	31.60	-
45-49	1	8	0	28.35	24.32	-	1.30	14.27	-	28.12	35.98	-
50-54	1	2	0	28.51	24.64	-	1.40	4.55	-	28.55	37.38	-
PAR-CIAL	176	152	289	28.51	24.64	46.83	92.99	121.76	100.91	28.55	37.38	34.05
TOTAL		617						325.66				

Pinus pseudostrobus presenta las frecuencias mayores entre 25-44 cm, y los mayores diámetros (45-54 cm); el 33.77% de los volúmenes del rodal están entre 25-49 cm de diámetro, mostrándose como la especie dominante.

La densidad total del rodal es alta (411 árboles/ha), con un distanciamiento medio de 5 m; sin embargo, para las coníferas presentes en el bosque es bajo (219 árboles/ha), con un distanciamiento medio de 6.76 m (Ver figura No. 8).

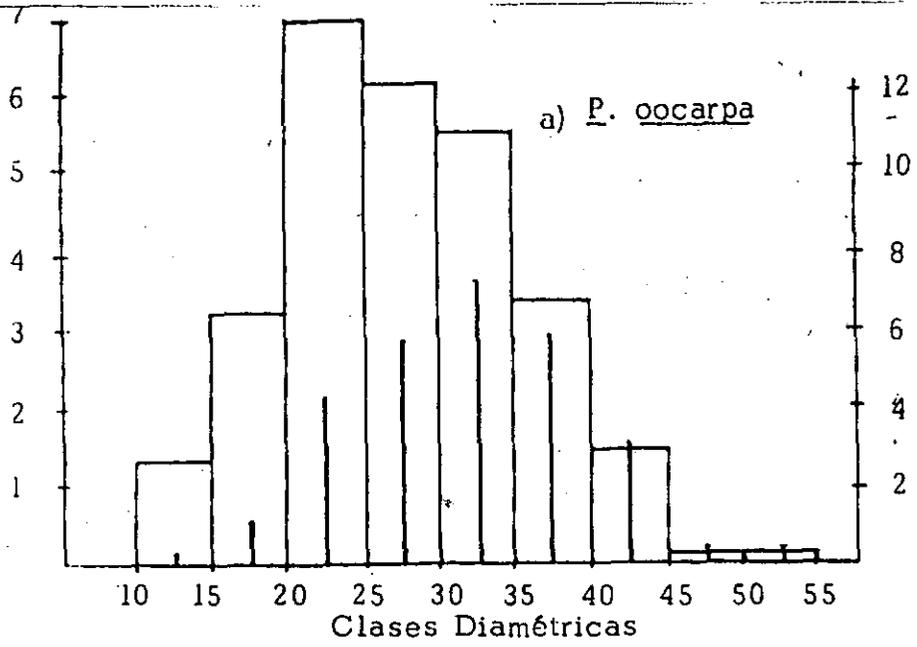
2.2 CARACTERISTICAS CUALITATIVAS

El 49% de los fustes son rectos, siendo Pinus pseudostrobus el que presenta un mayor porcentaje de árboles rectos (Ver cuadro No. 7).

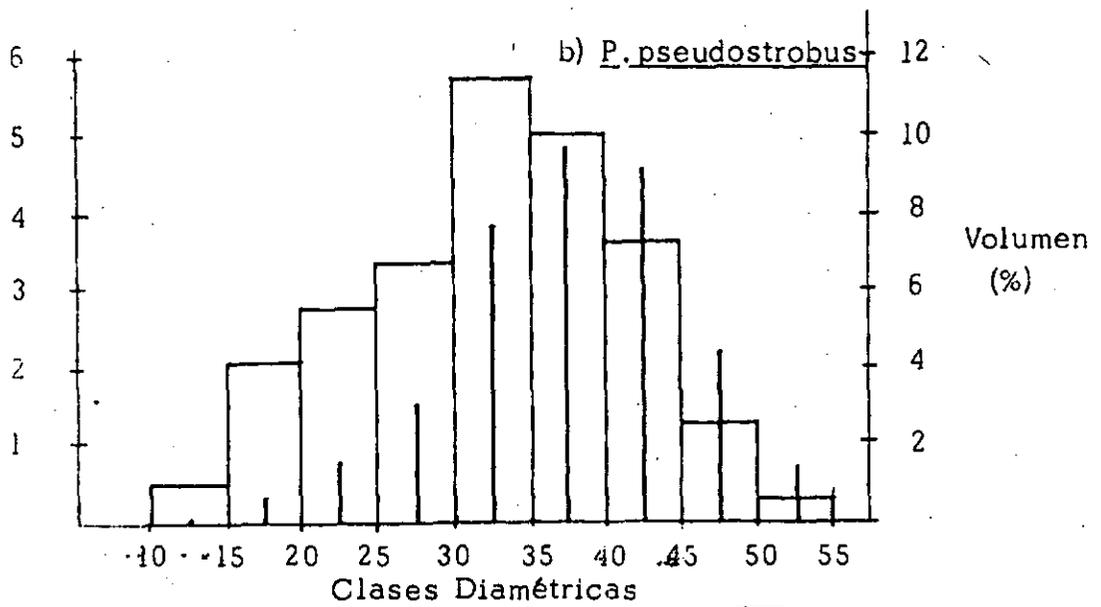
Los defectos se sitúan predominantemente (27%) en copas asimétricas, signo de árboles codominantes y oprimidos. El 73% de los árboles están sanos. Las anomalías se centran en la inclinación de los árboles, principalmente en Pinus oocarpa, que crece como especie dominada o codominante en el rodal. Los defectos, anomalías y fustes sinuosos, se deben a la falta de manejo del rodal, para regular la competencia por luz, nutrientes y agua.

Entre otras características cualitativas que se encontraron en el rodal, está la presencia de Cronartium spp. en árboles de Pinus oocarpa y de ataques de Dendroctonus spp. en un individuo de Pinus pseudostrobus. Es común asimismo, observar daños

f (%)



f (%)



f (%)

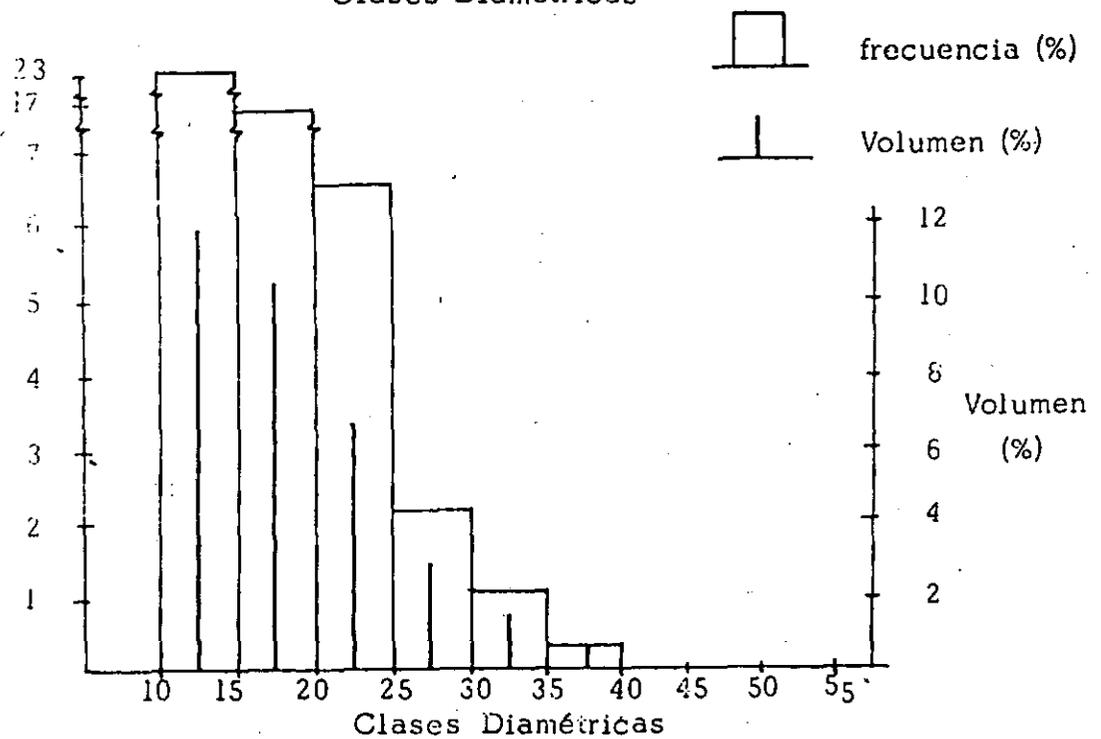


FIGURA No. 8: DISTRIBUCION DIAMETRICA Y VOLUMETRICA POR ESPECIE

CUADRO No. 7

RESUMEN DE CARACTERISTICAS CUALITATIVAS DE LOS INDIVIDUOS DE
Pinus oocarpa Y Pinus pseudostrobus EN LAS PARCELAS (1.5 ha)

PARCELA	Pinus oocarpa									Pinus pseudostrobus								
	FUSTE (%)		DEFECTOS (%)				ANOMALIAS (%)			FUSTE (%)		DEFECTOS (%)			ANOMALIAS (%)			
	1	2	1	3	4	1	2	3	4	1	2	1	3	4	1	2	3	4
IA	19	25	00	02	19	04	00	10	04	27	29	00	00	12	02	04	13	00
IIA	17	28	00	00	14	06	05	09	02	35	20	00	00	09	02	00	09	02
IIIA	25	33	00	00	06	09	01	07	00	38	04	00	00	00	00	01	03	00
IB	20	42	02	00	17	03	03	14	00	17	21	00	00	08	00	01	03	00
IIB	50	25	00	00	38	00	00	08	00	17	08	00	00	13	04	00	00	00
IIIB	08	41	00	00	23	04	00	08	00	28	23	00	00	26	04	08	04	00
TOTAL (INDIVIDUO)	67	109	1	1	55	16	6	30	3	93	59	00	00	34	5	7	19	1
- MEDIA %	21	33	00	00	17	05	02	09	01	28	18	00	00	10	02	02	06	00

FUSTE: 1: Recto
2: Sinuoso

DEFECTOS: 1: Tallo quebrado con recuperación
2: Tallo quebrado sin recuperación
3: Copa asimétrica

ANOMALIAS: 1: Torcedura basal
2: Bifurcado
3: Inclinado
4: 1y2 o 3 o 2y3 juntas

por el fuego en los árboles del rodal.

2.3 DISTRIBUCION ESPACIAL DE LAS ESPECIES

La distribución de Pinus spp. en las parcelas puede verse en la figura No. 7 y para conocer el modelo de distribución de todas las especies del rodal se usó la prueba de Clark y Evans - descrita por Rabinovich (21), que es un indicador de la disposición espacial de poblaciones. El cuadro No. 8 presenta los resultados obtenidos.

CUADRO No. 8

RESULTADO DE LA PRUEBA DE DISPOSICION ESPACIAL DE LAS ESPECIES EN EL RODAL ESTUDIADO

ESPECIE 1	ESPECIE 2	DISTANCIA \bar{X} (m)	RAZON "R"	TIPO DE ARREGLO ESPACIAL
<u>Quercus spp.</u>	<u>Quercus spp.</u>	3.69	0.51	Contagioso
<u>Pinus spp.</u>	<u>Quercus spp.</u>	3.68	0.75	Contagioso
<u>P. oocarpa</u>	<u>Quercus spp.</u>	3.44	0.60	Contagioso
<u>P. oocarpa</u>	<u>P. pseudostrobus</u>	3.67	0.54	Contagioso
<u>P. oocarpa</u>	<u>P. oocarpa</u>	3.97	0.43	Contagioso
<u>P. pseudostrobus</u>	<u>Quercus spp.</u>	4.02	0.69	Contagioso
<u>P. pseudostrobus</u>	<u>P. pseudostrobus</u>	4.80	0.48	Contagioso

En todas las parcelas y entre las tres especies, el arreglo predominante es el contagioso, que es la disposición más común en la naturaleza; y muestra la competencia de las tres especies en un medio irregular sin cambios extremos.

3. RESULTADOS DE LAS RELACIONES INDIVIDUALES EN ARBOLES TUMBADOS

Se tumbaron 27 árboles de Pinus oocarpa Schiede. y 24 de Pinus pseudostrobus Lindl., a los que se evaluó DAP cc, altura total, área basal, volumen sin corteza y edad, probándose para el efecto 4 modelos estadísticos de regresión, buscando la curva más aproximada al comportamiento de los árboles.

Los modelos probados fueron los siguientes:

- a. Modelo Lineal $Y = b_0 + b_1 \times x$
- b. Modelo Logarítmico $Y = b_0 \times x^{b_1}$
- c. Modelo Geométrico $Y = b_0 \times b_1^x$
- d. Modelo Cuadrático $Y = b_0 + b_1 \times x + b_2 \times x^2$

La aproximación al modelo se determinó a través de la comparación del índice de furnival, utilizándose en la construcción de la gráfica el modelo con el error estándar de la regresión de menor valor.

El crecimiento se midió en términos de las relaciones DAP-altura, volumen; altura-volumen; área basal-altura, volumen; edad-DAP, altura, área basal y volumen. El análisis de regresión se aplicó a estas variables. Los datos utilizados para realizar el análisis se presentan en los cuadros No. 9 y 10.

El incremento se midió en función de la relación edad-DAP, altura, área basal y volumen sin corteza. Estableciéndose incremento medio y periódico para DAP, altura, área basal y volumen. Los datos utilizados en las gráficas se obtuvieron del promedio de los árboles tumbados. También, se evaluó el incremento del DAP a través del tiempo de paso.

CUADRO No. 9

DATOS DE DAP, ALTURA, VOLUMEN, AREA BASAL Y EDAD DE
ARBOLES TUMBADOS EN LAS PARCELAS DE
Pinus cocarpa Schiede.

BLOQUE	PARCELA	ARBOL No.	DAP cc	h	V cc	g	EDAD	Vsc Real
A	II	2	32.0	23.70	0.874036	0.080425	32	0.755299
		7	41.0	22.15	1.076763	0.080425	32	0.850806
		10	24.0	22.70	0.480411	0.045239	28	0.387802
		16	31.0	21.85	0.770040	0.075477	23	0.635981
		17	19.0	15.75	0.218189	0.028353	23	0.168407
		40	29.5	25.05	0.786465	0.068349	22	0.649223
		44	31.3	23.60	0.764775	0.076945	25	0.621177
		52	12.5	15.45	0.106465	0.012272	21	0.085202
		56	20.5	21.80	0.277346	0.033006	24	0.229531
		63	24.0	22.50	0.510802	0.045239	22	0.426016
A	III	3	22.0	22.15	0.464521	0.038013	22	0.382427
		13	23.5	24.20	0.508797	0.043374	20	0.427971
		16	30.0	22.40	0.837554	0.070686	21	0.685705
		19	18.5	21.00	0.281144	0.026880	26	0.204945
		26	15.0	15.90	0.169571	0.017671	25	0.127828
		32	22.5	23.70	0.570020	0.039761	23	0.475223
		34	8.5	15.70	0.046875	0.005675	18	0.039034
B	III	2	40.0	22.70	1.268125	0.125664	28	1.049546
		5	30.5	20.85	0.818317	0.073062	22	0.711030
		8	20.2	23.70	0.418210	0.032047	21	0.355301
		15	26.0	20.70	0.531464	0.053093	22	0.451001
		18	20.2	18.80	0.304307	0.032047	21	0.206235
		21	29.0	21.50	0.641466	0.066052	20	0.512470
		23	23.5	20.70	0.404275	0.043374	23	0.312653
		39	29.3	19.80	0.570943	0.067426	22	0.467252
		43	37.0	22.15	0.950264	0.107521	23	0.798817
		48	13.5	17.90	0.109020	0.014314	18	0.084622

CUADRO No.

DATOS DE DAP, ALTURA, VOLUMEN, AREA BASAL Y EDAD DE
ARBOLES TUMBADOS EN LAS PARCELAS DE
Pinus pseudostrobus Lindl.

BLOQUE	PARCELA	ARBOL No.	DAP cc	h	V cc	g	EDAD	V sc Real
A	II	6	45.0	31.60	1.904517	0.159043	26	1.644599
		9	14.0	14.05	0.108842	0.015394	19	0.085824
		19	17.0	20.65	0.194650	0.022698	22	0.146807
		20	42.0	25.05	1.408480	0.138544	30	1.224883
		37	25.0	25.70	0.546230	0.049087	25	0.470805
		43	31.0	23.95	1.015091	0.075477	22	0.862879
		49	36.0	21.00	1.007014	0.101788	27	0.874875
		50	31.0	24.25	0.884583	0.075477	22	0.794386
		59	38.5	27.05	1.457433	0.116416	22	1.299780
A	III	36	12.0	15.40	0.087903	0.011310	19	0.061851
		50	16.0	17.75	0.161062	0.020106	15	0.139904
		61	21.0	24.20	0.406575	0.034636	22	0.331749
		62	16.5	17.60	0.211437	0.021382	18	0.180173
		63	41.0	30.25	1.665159	0.132025	27	1.447964
		68	29.5	24.20	0.639505	0.068349	24	0.517670
B	III	9	32.6	19.15	0.651742	0.083469	22	0.477610
		13	24.2	23.20	0.482137	0.045996	22	0.415620
		27	41.0	25.90	1.458755	0.132095	24	1.281191
		29	34.0	20.85	0.887752	0.090792	23	0.769920
		36	41.5	24.05	1.444813	0.135265	26	1.228913
		51	28.0	22.15	0.516805	0.061575	22	0.422010
		53	28.0	24.05	0.790782	0.061575	27	0.705848
		55	27.0	24.20	0.655753	0.057256	22	0.562242
		56	32.5	25.20	0.850387	0.082958	22	0.721766

3.1 CRECIMIENTO

3.1.1 RELACION DAP-ALTURA TOTAL:

El modelo que mostró ser estadísticamente más representativo fue el geométrico para Pinus pseudostrobus y Pinus oocarpa.

Las ecuaciones son las siguientes:

ESPECIE	ECUACION	ERROR ESTANDAR	r ²
<u>P. oocarpa</u>	$Y = 15.67003817 \times (1.011525152)^X$	2.92 E4	0.43
<u>P. pseudostrobus</u>	$Y = 14.39259962 \times (1.015476373)^X$	0.0077	0.59

x= DAP con corteza (cm) Y= Altura total (m)

La figura No. 9 muestra el comportamiento gráfico de la relación.

Las ecuaciones obtenidas muestran relativamente bajos índices de relación (coeficiente de determinación) que explican únicamente el 43 y el 59% de la variación de los datos. Este comportamiento puede ser explicado en el hecho de tratarse de un bosque homogéneo en edad, que presenta variación diamétrica producto de la competencia entre individuos.

La altura es menos susceptible que el diámetro a los factores del medio (competencia), lo que hace que la relación DAP- altura, en el caso de el bosque estudiado, sea pobre. Las ecuaciones no pueden servir para estimar confiablemente alturas de árboles en pie, a partir del DAP.

do a bosques con características similares dentro de la localidad de San Martín Jilotepeque.

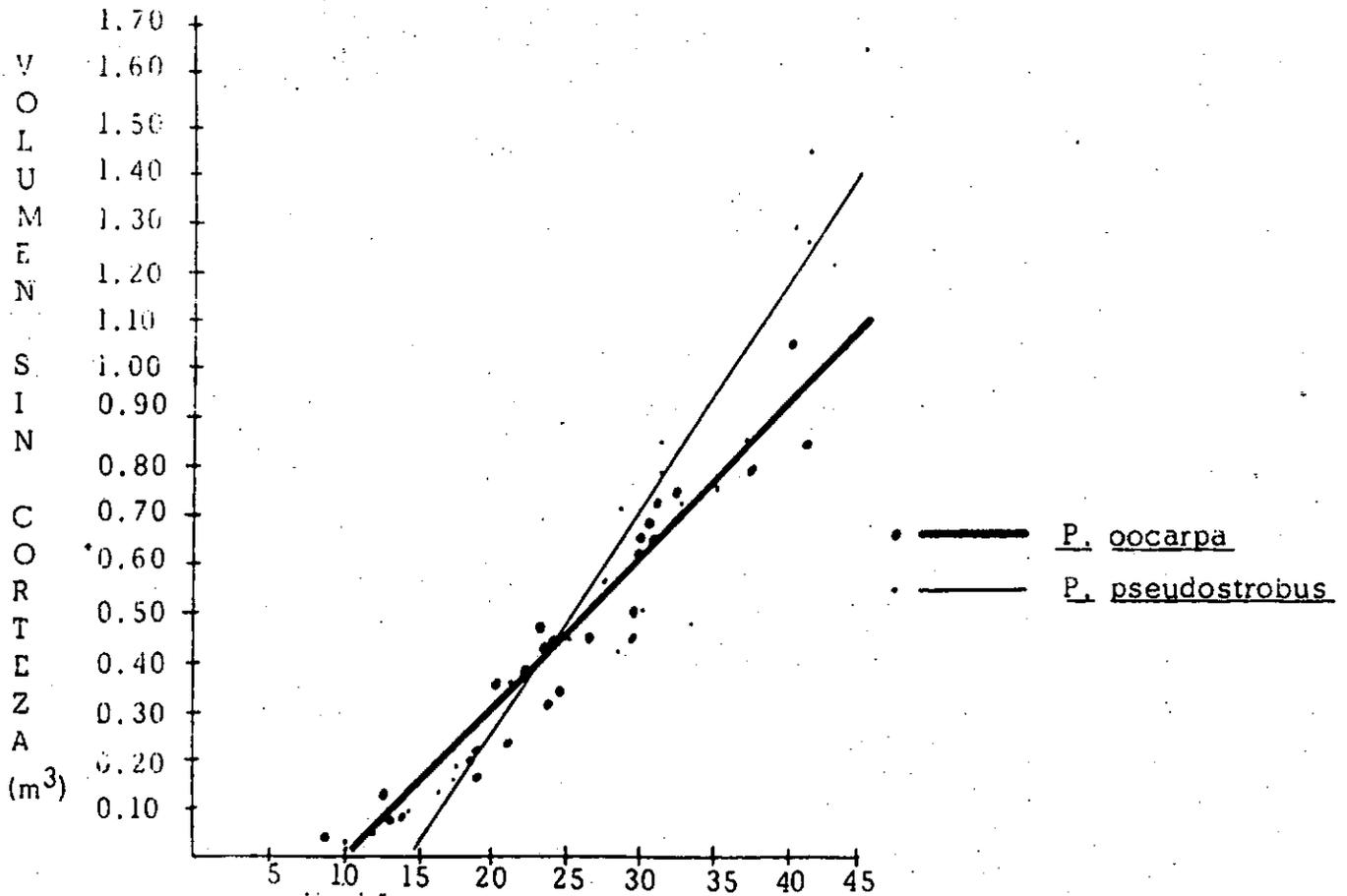


FIGURA No. 10: RELACION DIAMETRO - VOLUMEN REAL (sin corteza)

3.1.1.3 RELACION ALTURA TOTAL-VOLUMEN SIN CORTEZA

La relación altura total-volumen sin corteza, resultó ser representada en forma más ajustada por el modelo lineal, para ambas especies con los siguientes valores:

ESPECIE	ECUACION	ERROR ESTANDAR	r^2
P. oocarpa	$Y = 0.9036801953 + (0.0642172687 \times x)$	0.0027	0.46
P. pseudostrobus	$Y = 1.374225026 + (0.09003657561 \times x)$	0.0037	0.66

x= Altura total (m) Y= Volumen sin corteza (m^3)

La figura No. 11 presenta la relación que es poco práctica

para estimar volúmenes en pie, no únicamente por razones operativas, sino que en este bosque por las razones expuestas en la relación DAP- altura total, explica pobremente la variación de los datos 46% y 66% respectivamente. La nube de dispersión confirma las aseveraciones anteriores.

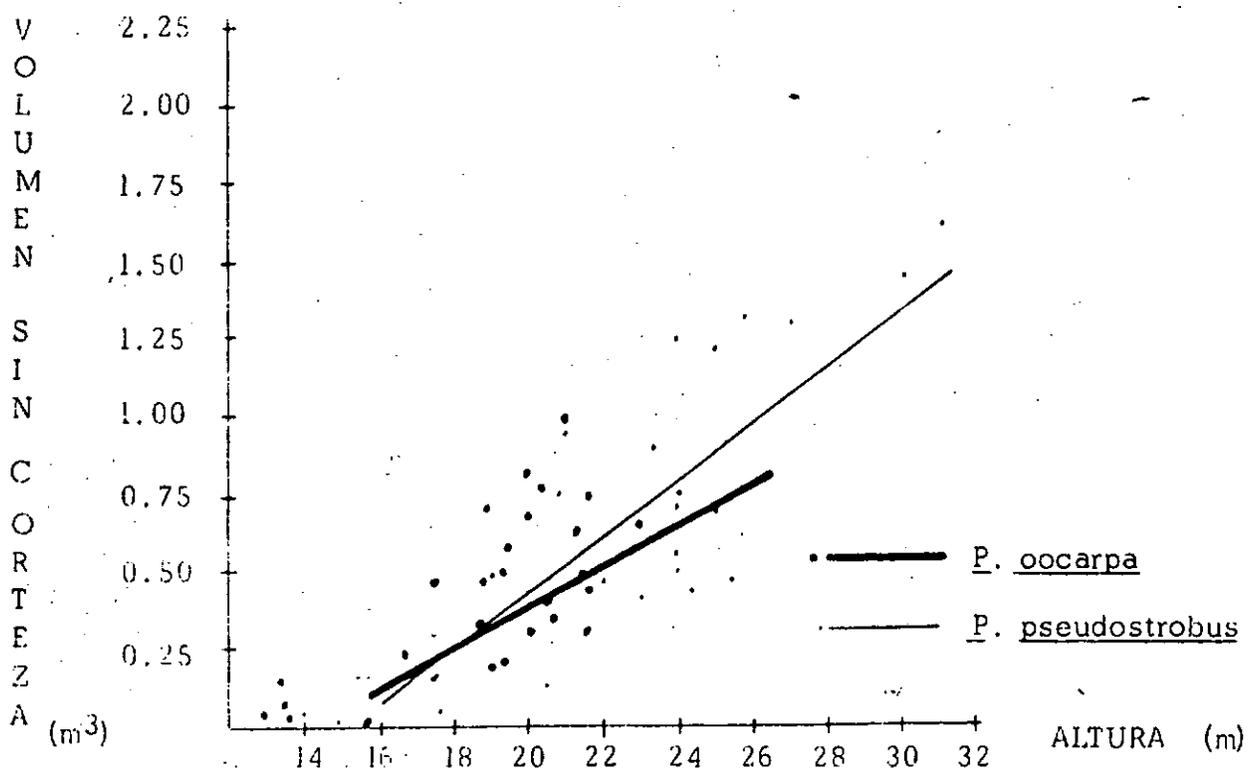


FIGURA No. 11: RELACION ALTURA TOTAL-VOLUMEN SIN CORTEZA

3.1.4 RELACION AREA BASAL-ALTURA TOTAL

El modelo logarítmico resultó ser el más representativo para la relación Area Basal-altura total en ambas especies.

Las ecuaciones son las siguientes:

ESPECIE	ECUACION	ERROR ESTANDAR	r^2
<u>P. oocarpa</u>	$Y = 32.45541739 * x^{0.1411081698}$	2.65 \bar{E} 3	0.53
<u>P. pseudostrobus</u>	$Y = 40.39722838 * x^{0.20637611781}$	0.0038	0.65

x= área basal (m^2)

Y= Altura (m)

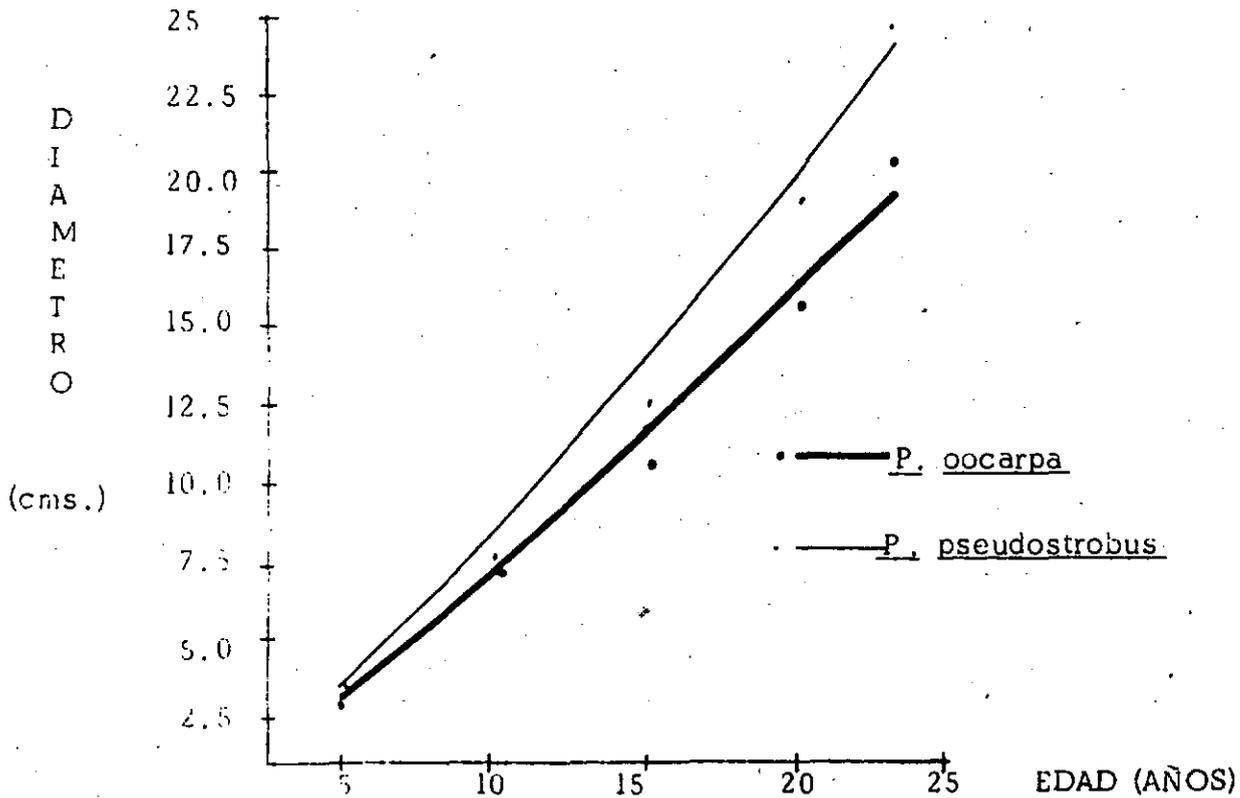


FIGURA No. 14: RELACION EDAD-DAP SIN CORTEZA

Los coeficientes de determinación obtenidos, así como el índice de furnival muestran la confiabilidad estadística, que las ecuaciones tienen para predecir el DAP sin corteza, a partir de la edad.

3.1.7 RELACION EDAD-AREA BASAL

El modelo logarítmico explica en forma más ajustada el crecimiento en área basal, a través del tiempo. La figura No. 15 muestra a Pinus pseudostrobus dominante desde el inicio del crecimiento acentuándose con el paso del tiempo.

A continuación se presentan los valores encontrados en esta relación:

ESPECIE	ECUACION	ERROR ESTANDAR	r^2
<u>P. oocarpa</u>	$Y = 0.000015537541 \times x^{2.418840025}$	0.0068	0.997
<u>P. pseudostrobus</u>	$Y = 0.00001592137 \times x^{2.52240327}$	0.0110	0.996

x = Edad (años) Y = Area Basal (m²)

Los valores de determinación e índice de furnival indican - alta precisión y exactitud del modelo obtenido para cada especie.

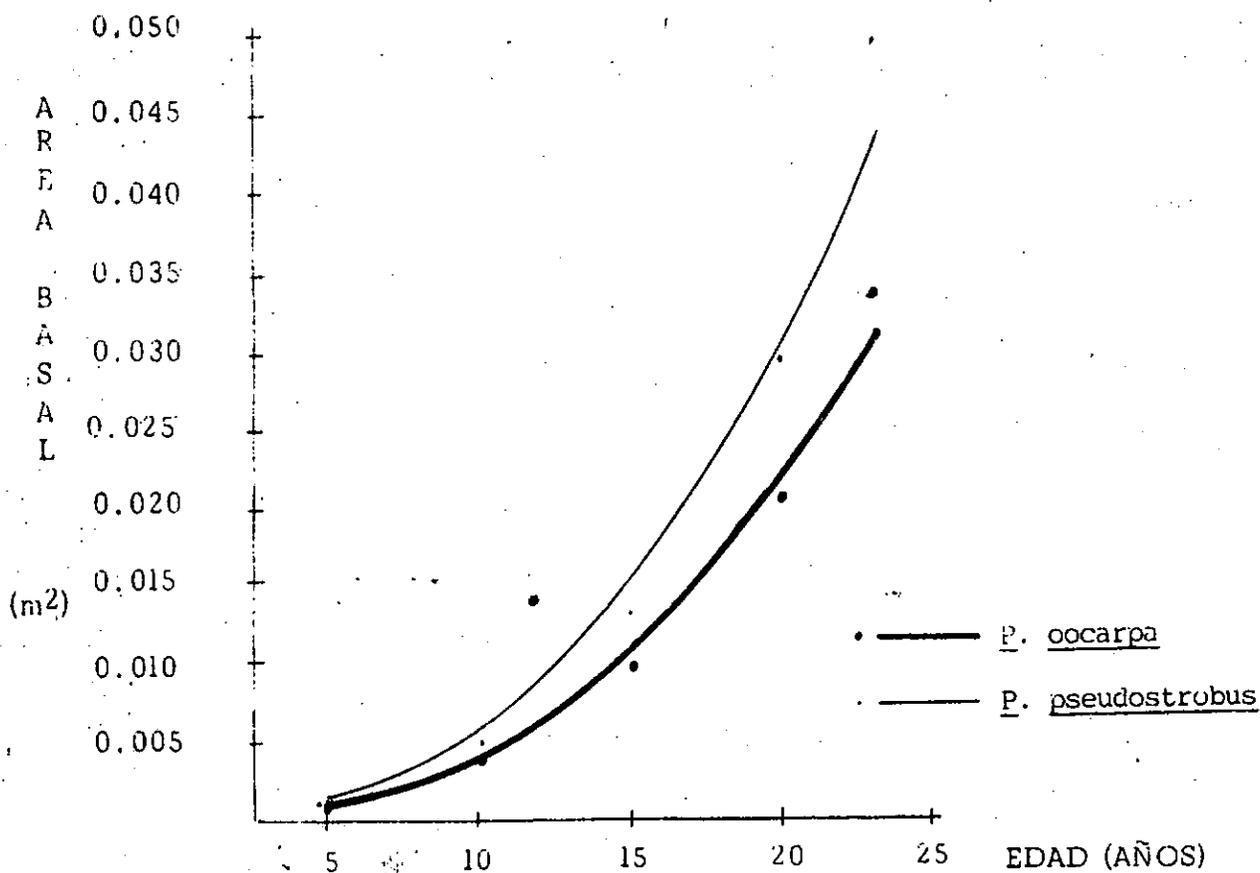


FIGURA No. 15: RELACION EDAD-AREA BASAL

3.1.8 RELACION EDAD-ALTURA TOTAL:

El modelo lineal representa esta relación en ambas especies; Pinus pseudostrobus se muestra en la fase inicial (hasta los 8 años) con menor crecimiento en altura; a partir de los 10-años domina a Pinus oocarpa, tendiendo a aumentar su dominan

3.1.9 RELACION EDAD-VOLUMEN SIN-CORTEZA

El modelo geométrico se ajustó a describir el crecimiento volumétrico de Pinus oocarpa y el logarítmico para Pinus pseudostrobus. Las curvas muestran la tendencia de Pinus pseudostrobus a superar a lo largo del tiempo en crecimiento volumétrico a Pinus oocarpa, aunque en los primeros 5 años es éste último el dominante.

La figura No. 17, grafica la relación y los parámetros de las ecuaciones son los siguientes:

ESPECIE	ECUACION	ERROR ESTANDAR	r ²
<u>P. oocarpa</u>	$Y = 0.0005688623 \times (1.355414616)^x$	0.00104	0.98
<u>P. pseudostrobus</u>	$Y = 0.0000039158974 \times x^{3.83350997}$	0.0058	0.999

x= Edad (años) Y= Volumen sin corteza (cm³)

Los coeficientes determinados muestran que los modelos son estadísticamente confiables y adecuados para explicar la relación.

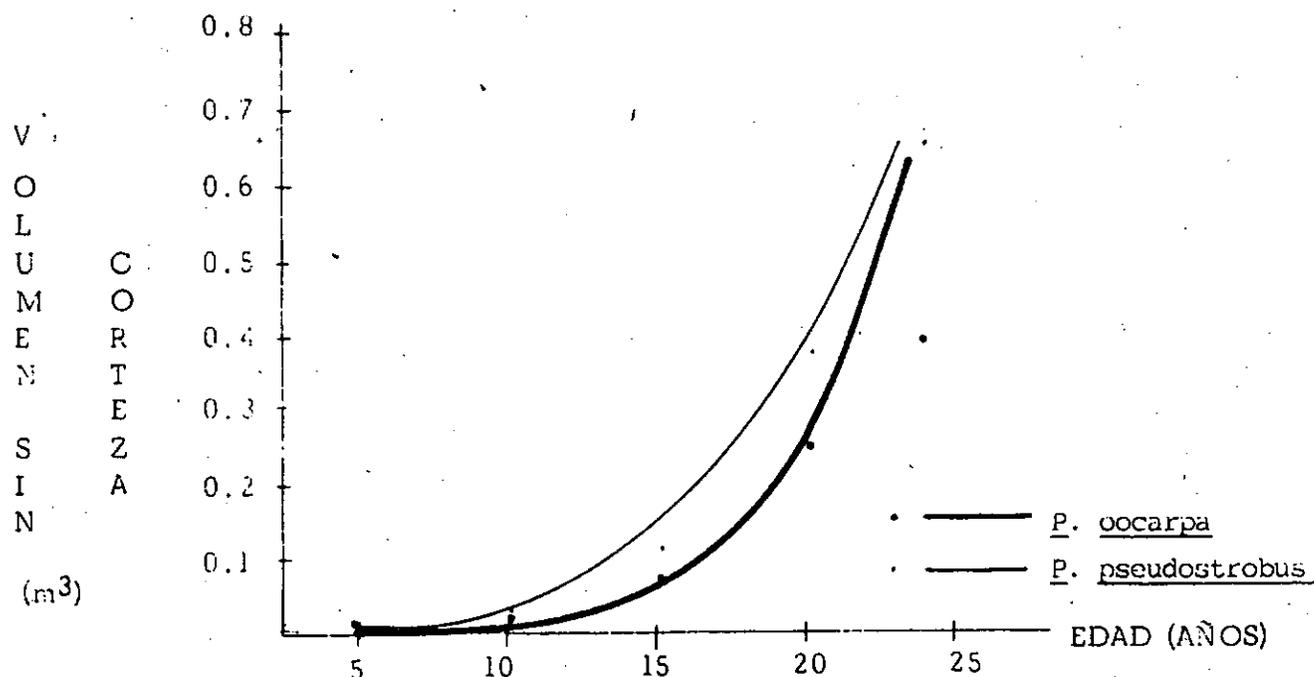


FIGURA No. 17: RELACION EDAD-VOLUMEN SIN CORTEZA

CUADRO No. 11

INCREMENTOS MEDIOS EN DAP, AREA BASAL, ALTURA Y VOLUMEN CON
Y SIN CORTEZA PARA Pinus oocarpa Schiede.

PARCELA	ARBOL		INCREMENTOS MEDIOS				
	No.	edad	DAP cc (cm/año)	g. (m ² /año)	h (m/año)	V sc (m ³ /año)	V cc (m ³ /año)
A II	2	32	1.000000	0.002513	0.740625	0.023603	0.027314
	7	32	1.281250	0.004126	0.692188	0.026588	0.033649
	10	28	0.857143	0.001616	0.810714	0.013850	0.017158
	16	23	1.347826	0.003282	0.95	0.027651	0.033480
	17	23	0.826087	0.001233	0.684783	0.007322	0.009486
	40	22	1.340909	0.003107	1.138636	0.02951	0.035748
	44	25	1.252000	0.003078	0.944000	0.024847	0.030591
	52	21	0.595238	0.000584	0.735714	0.004057	0.005070
	56	24	0.854167	0.001375	0.908333	0.009564	0.011556
	63	22	1.090909	0.002056	1.022727	0.019364	0.023218
3	22	1.000000	0.001728	1.006818	0.017383	0.021115	
A III	13	20	1.175000	0.002169	1.210000	0.021399	0.025440
	16	21	1.428571	0.003366	1.066667	0.032653	0.039884
	19	26	0.711538	0.001034	0.807592	0.007883	0.010813
	26	25	0.600000	0.000707	0.636000	0.005113	0.006783
	32	23	0.978261	0.001729	1.030435	0.020662	0.024783
	34	18	0.472222	0.000315	0.872222	0.002169	0.002604
	2	28	1.428571	0.004488	0.810714	0.037484	0.045290
	5	22	1.386364	0.003321	0.947727	0.032320	0.037196
8	21	0.961905	0.001526	1.128571	0.016919	0.019915	
B III	15	22	1.181818	0.002413	0.940909	0.020500	0.024157
	18	21	0.961905	0.001526	0.895238	0.009821	0.014491
	21	20	1.450000	0.003303	1.075000	0.025624	0.032073
	23	23	1.021739	0.001886	0.900000	0.013594	0.017577
	39	22	1.331818	0.003065	0.900000	0.021239	0.025952
	43	23	1.608696	0.004675	0.963043	0.034731	0.041316
	48	18	0.750000	0.000795	0.994444	0.004701	0.006057
MEDIA	627	28.893937	0.061016	24.81320	0.510551	0.622716	
	23.22	1.070146	0.002260	0.919007	0.018909	0.023064	
S	3,435,472	0.294549	0.001180	0.143453	0.018909	0.023064	
CV	14.80	27.52	52.21	15.61	52.99	51.31	

CUADRO No. 12

INCREMENTOS MEDIOS EN DAP, AREA BASAL, ALTURA Y VOLUMEN
CON Y SIN CORTEZA PARA Pinus pseudostrobus Lindl.

PARCELA	ARBOL		INCREMENTOS MEDIOS				
	No.	Edad	DAP cc (cm/año)	g (m ² /año)	h (m/año)	V sc (m ³ /año)	Vcc (m ³ /año)
A II	6	26	1.730769	0.006117	1.215385	0.063254	0.073251
	9	19	0.736842	0.000810	0.739474	0.004517	0.005729
	19	22	0.772727	0.001032	0.938636	0.006673	0.008848
	20	30	1.400000	0.004618	0.835000	0.040829	0.046949
	37	25	1.000000	0.001963	1.028000	0.018832	0.021849
	43	22	1.409091	0.003431	1.088636	0.039222	0.046141
	49	27	1.333333	0.003770	0.777778	0.032403	0.037297
	50	22	1.409091	0.003431	1.102273	0.036118	0.040209
	59	22	1.750000	0.005292	1.229545	0.059081	0.066247
	A III	36	19	0.631579	0.000595	0.810526	0.003255
50		15	1.066667	0.001324	1.183333	0.009327	0.010737
61		22	0.954545	0.001574	1.100000	0.015080	0.018481
62		18	0.916667	0.001188	0.977778	0.010010	0.011747
63		27	1.518519	0.004890	1.120370	0.053628	0.061673
68		24	1.229167	0.002844	1.008335	0.021570	0.026646
B III		9	22	1.481818	0.003794	0.870455	0.021710
	13	22	1.100000	0.002091	1.054545	0.018892	0.021915
	27	24	1.708333	0.005504	1.079167	0.053383	0.060781
	29	23	1.478261	0.003947	0.906522	0.033475	0.038598
	36	26	1.596154	0.005203	0.925000	0.047266	0.055570
	51	22	1.272727	0.002799	1.006818	0.019182	0.023491
	53	27	1.037037	0.002281	0.890741	0.026143	0.029288
	55	22	1.227273	0.002603	1.100000	0.025556	0.029807
	56	22	1.477273	0.003771	1.145455	0.032808	0.038554
MEDIA	550		30.237873	0.074872	24.13377	0.692204	0.808159
	22.92		1.259911	0.003120	1.005574	0.028842	0.033673
S	3.239299		0.313298	0.001584	1.135980	0.017183	0.019389
C V	14.14		24.86	50.76	13.52	59.56%	57.58

CUADRO No. 13

INCREMENTO PERIODICO ANUAL EN DIAMETRO DE LOS
ARBOLES TUMBADOS

	ESPECIE	PERIODO (AÑOS)				
		5	10	15	20	25
Diámetro Medio	<u>P. oocarpa</u>	4.47	9.92	15.77	22.94	29.24
Sección (cm)	<u>P. pseudostrobus</u>	5.05	11.33	18.76	27.17	36.00
Incremento Periódico Anual (cm/año)	<u>P. oocarpa</u>	0.89	1.09	1.17	1.43	1.26
	<u>P. pseudostrobus</u>	1.01	1.26	1.49	1.68	1.77

El incremento periódico muestra ascender hasta el período 15-20 años en Pinus oocarpa, decayendo luego; Pinus pseudostrobus muestra una tendencia ascendente hasta el período final. El incremento es un parámetro más confiable para la toma de decisiones silviculturales que el crecimiento, como puede verse - al comparar las figuras No. 13 y 18 que representan el crecimiento e incremento medio diamétrico.

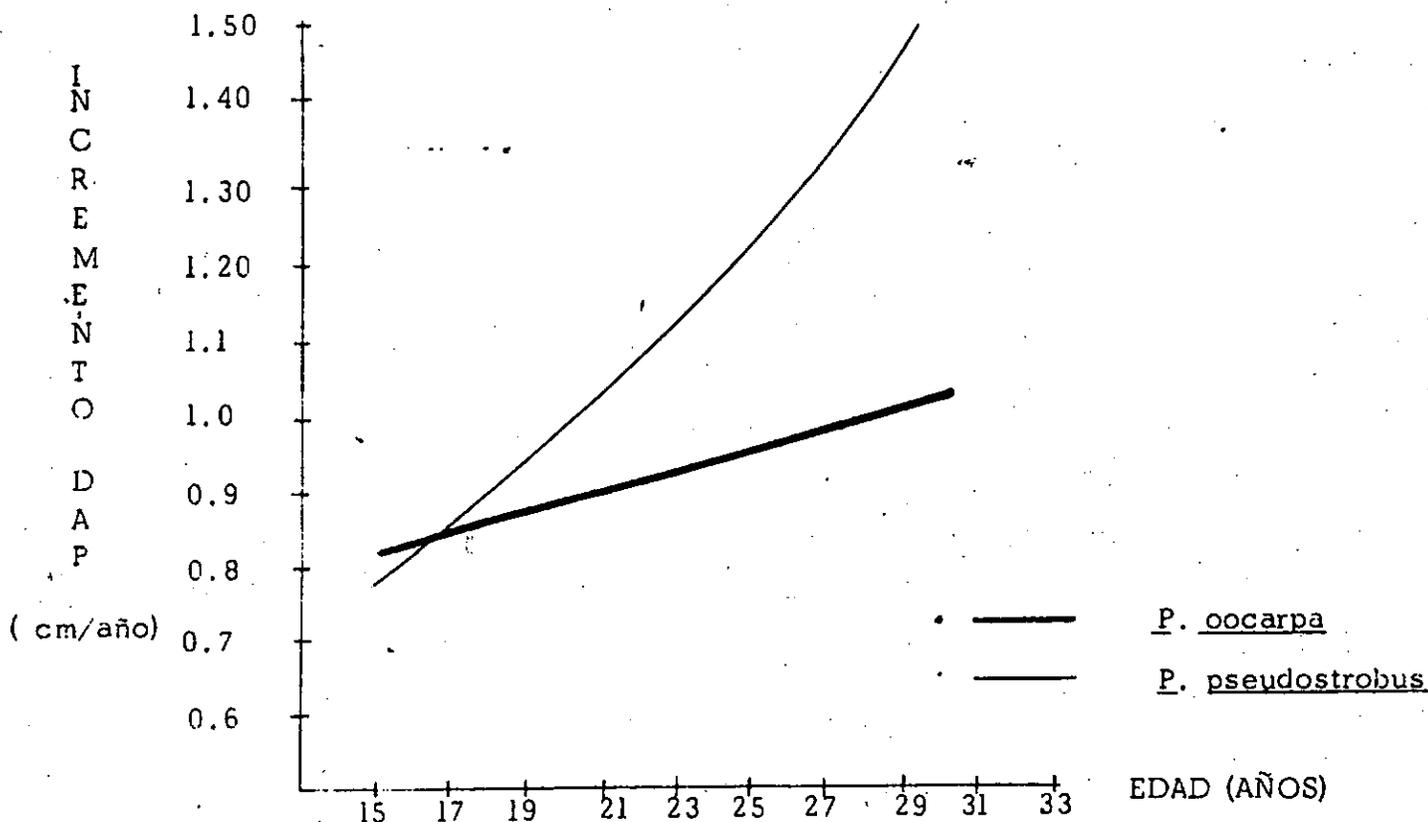


FIGURA No. 18: RELACION EDAD-INCREMENTO DAP

I
N
C
R
E
M
E
N
T
O
A
L
T
U
R
A
M
E
D
I
O
(m/año)

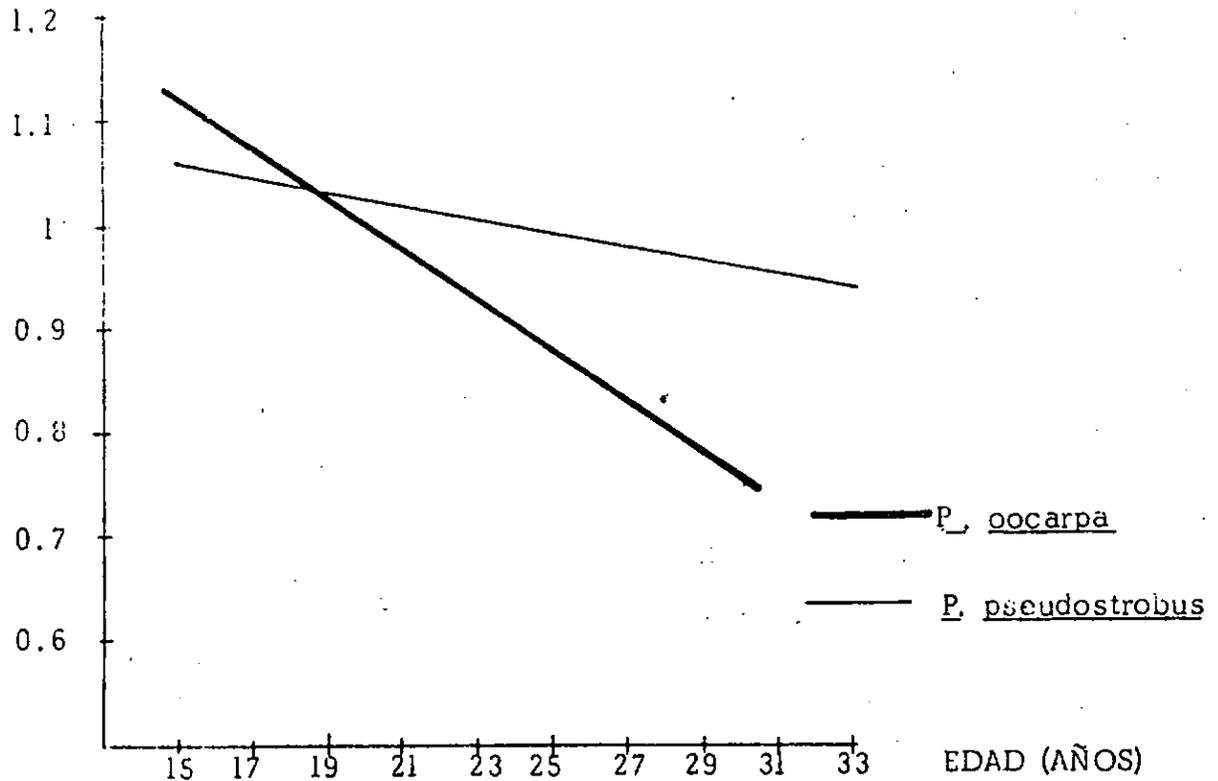


FIGURA No. 20: RELACION EDAD-INCREMENTO ALTURA

Pinus pseudostrobus mantiene su incremento disminuyendo levemente, mientras Pinus oocarpa lo disminuye marcadamente respecto a la primera especie. El incremento periódico anual medio se describe en el cuadro No. 15, mostrando que ambas especies alcanzan el máximo en el período de 11-15 años y luego decrecen en forma pronunciada.

En el inicio y al final del período Pinus oocarpa tiene valores de incremento superiores a Pinus pseudostrobus, que domina entre los 10-20 años.

El incremento medio anual de Pinus oocarpa resultó ser 0.919007 m/año y de Pinus pseudostrobus 1.005574 m/año, mostrando dominancia la última especie.

CUADRO No. 15

INCREMENTO PERIODICO ANUAL EN ALTURA DE
LOS ARBOLES TUMBADOS

PERIODO (AÑOS)	ALTURA MEDIA SECCION (m)		INCREMENTO PERIODICO MEDIO ANUAL (m/año)	
	<u>Pinus oocarpa</u>	<u>Pinus pseudostrobus</u>	<u>Pinus oocarpa</u>	<u>Pinus pseudostrobus</u>
5 años	2.65	1.98	0.53	0.40
10 años	8.05	8.05	1.08	1.21
15 años	16.15	17.50	1.62	1.89
20 años	21.55	25.86	1.08	1.67
25 años	23.52	26.24	0.66	0.13

3.2.4 INCREMENTO EN VOLUMEN:

El modelo geométrico explica el incremento con y sin corteza para ambas especies, resultando del análisis de regresión, los datos siguientes:

ESPECIE		ERROR ESTANDAR	r^2
<u>Pinus occarpa</u>	$Y = 0.003929822x (1.070157201)^x$	0.0272	0.11
	$Y_u = 0.0031560652x (1.070490641)^x$	0.0291	0.10
<u>P. pseudostrobus</u>	$Y = 0.0008039749 x (1.65546931)^x$	0.0213	0.44
	$Y_u = 0.00057973492x(1,173272969)^x$	0.0242	0.43

$x =$ Edad (años) $Y =$ Incremento volumétrico medio anual ($m^3/año$ cc)
 $Y_u =$ Incremento volumétrico medio anual ($m^3/año$ sc)

Las figuras No. 21 y 22 describen respectivamente el incremento en volumen sin y con corteza respecto a la edad del árbol. En ambos casos Pinus occarpa presenta un incremento volumétrico menor que Pinus pseudostrobus, aunque las dos especies tienden a elevar el incremento medio anual.

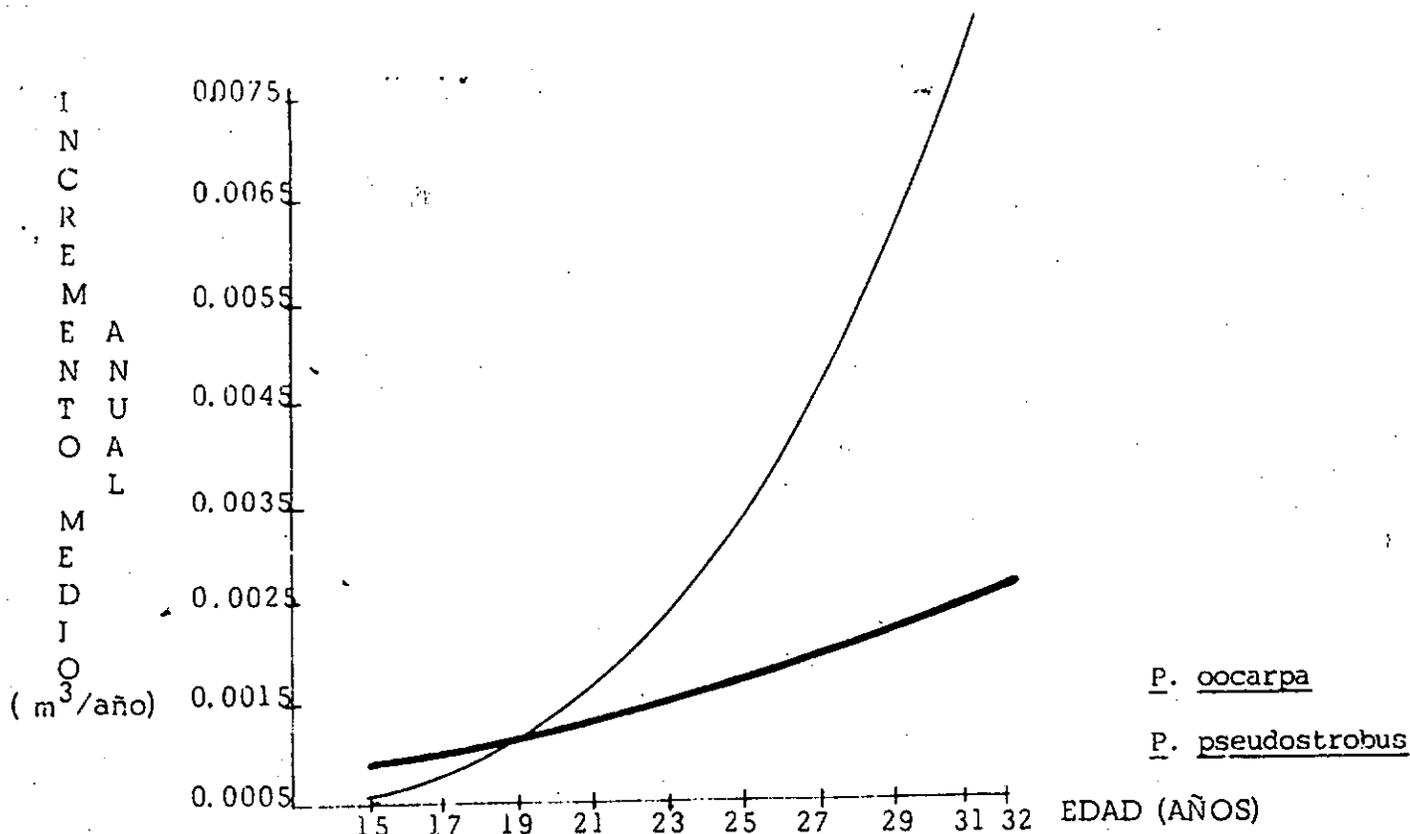


FIGURA No. 21 RELACION EDAD-INCREMENTO EN VOLUMEN SIN CORTEZA

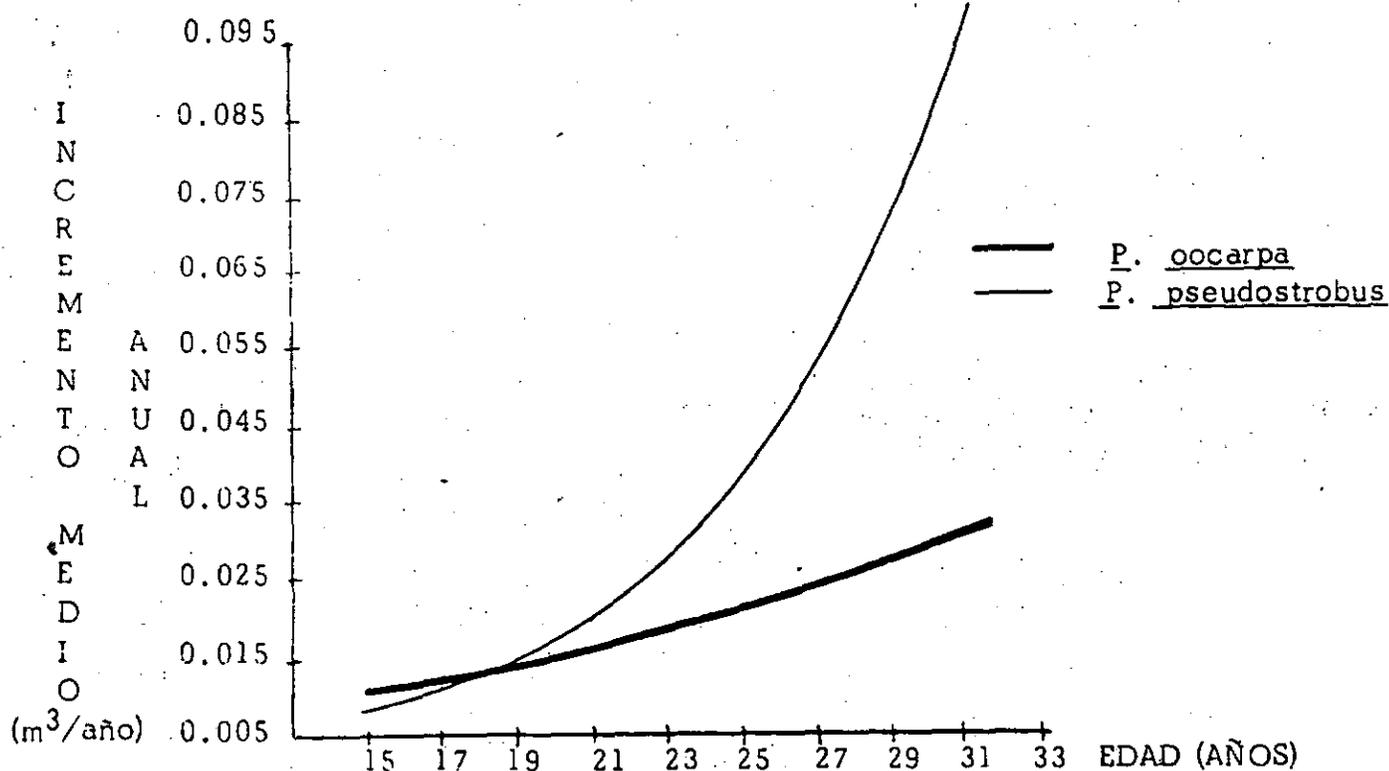


FIGURA No. 22 RELACION EDAD-INCREMENTO EN VOLUMEN CONCORTEZA

Pinus oocarpa presenta un incremento medio por árbol de 0.022859 m³/año sin corteza y 0.027881 m³/año con corteza; esto equivale a 2.67 m³/ha/año sin corteza y 3.26 m³/ha/año con corteza en las condiciones naturales del rodal.

Pinus pseudostrobus presentó un incremento medio anual por árbol de 0.034309 m³/año sin corteza y 0.039742 m³/año con corteza, equivalente a 3.44 m³/ha/año sin corteza y 4.01 m³/ha/año con corteza.

Peters (20) considera para bosques de Guatemala el incremento medio anual promedio en 5 m³/ha/año, a los 50 años, el rodal estudiado lo supera a los 23 años, creciendo ambas coníferas 6.11 m³/ha/año sin corteza, sin incluir el incremento estimado de Quercus spp. del rodal (bajo el supuesto de ser de igual

edad que los pinos (-23 años-) de $3.19 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ con corteza.

Núñez (19) señala que el promedio para bosques del género Pinus spp va de 3.3 hasta $7.7 \text{ m}^3/\text{ha/año}$, según el tipo de conífera. Klepac (15) indica que el incremento medio anual en bosques comerciales de todo el mundo, a los 25 años, es próximo a los $4 \text{ m}^3/\text{ha/año}$.

Los datos de incremento se estimaron para el rodal a partir - de la relación DAP-Volumen y del factor de corteza, derivados de los árboles tumbados. El incremento periódico anual presentó los valores siguientes:

CUADRO No. 16

RESUMEN DEL INCREMENTO PERIODICO ANUAL
VOLUMETRICO DE LOS ARBOLES TUMBADOS

PERIODO	Volumen Total (m^3)		IPA ($\text{m}^3/\text{año}$)	
	<u>Pinus occarpa</u>	<u>P. pseudostrobus</u>	<u>Pinus occarpa</u>	<u>P. pseudostrobus</u>
5 años	0.001758	0.001935	0.000352	0.000387
10 años	0.001740	0.024077	0.003229	0.004428
15 años	0.068466	0.138604	0.010213	0.022905
20 años	0.274908	0.368854	0.041288	0.046050
25 años	0.452948	0.655432	0.059347	0.095526

El análisis de regresión aplicado al incremento periódico anual mostró los siguientes resultados:

ESPECIE	ECUACION	ERROR ESTANDAR	r^2
<u>P. occarpa</u>	$Y = 0.0000013902076 \times X^{3.381281603}$	0.030	0.993
<u>P. pseudostrobus</u>	$Y = 0.0000012525447 \times X^{3.566066981}$	0.016	0.997

X= Edad (años) Y= Incremento periódico anual volumen ($\text{m}^3/\text{año sc}$)

El modelo logarítmico resultó ser el más ajustado para describir la relación edad-incremento volumétrico periódico - anual ($m^3/año$) sin corteza.

Pinus pseudostrobus muestra una tendencia marcada a elevar su incremento periódico (figura No. 23), mientras que Pinus oocarpa se muestra en todos los períodos bajo la curva del pino dominante, aunque mantiene la tendencia ascendente.

Si el tratamiento silvicultural sostuviera el incremento periódico anual último se podría esperar unos $9.64 m^3/ha/año$ de incremento periódico para Pinus pseudostrobus con la densidad actual de 101 árboles/ha, que constituiría una baja densidad. Para Pinus oocarpa podría lograrse $6.94 m^3/ha/año$, con la baja densidad actual (117 árboles/ha).

Estos datos muestran posibilidades de incrementar la producción de volumen de madera con estas especies bajo condiciones similares.

El valor del incremento con corteza de las coníferas ($7.27 m^3/ha/año$) se encuentra cercano a los máximos reportados para Guatemala, que es de $7.7 m^3/ha/año$, por lo que se puede considerar un rodal de alto crecimiento para las condiciones del país.

A continuación se presenta la figura No. 23.

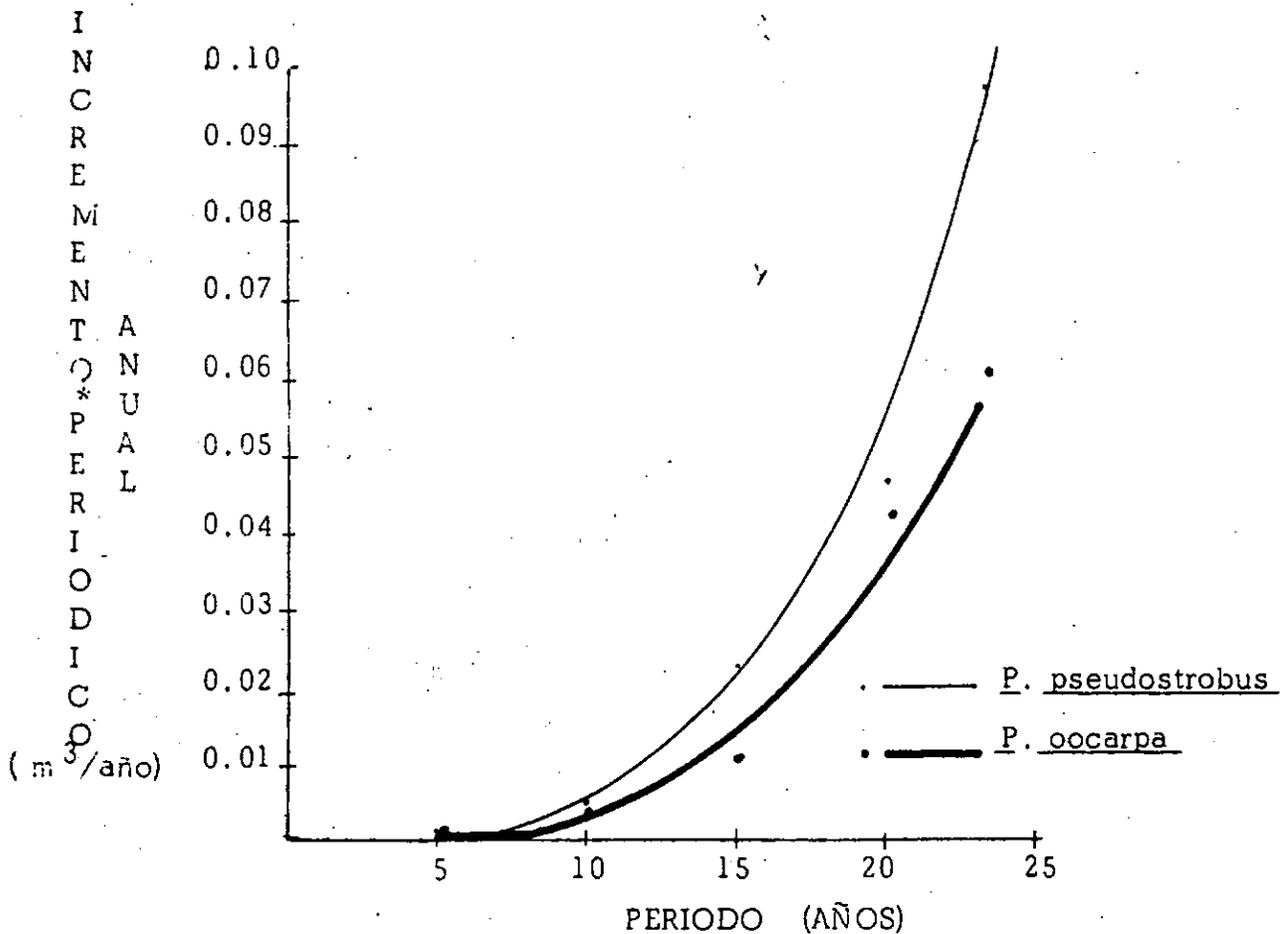


FIGURA No. 23 RELACION EDAD-INCREMENTO PERIODICO ANUAL EN VOLUMEN SIN CORTEZA

Los resultados obtenidos en incrementos para Pinus oocarpa en este sitio pueden compararse con los obtenidos en Ipala por Villafuerte (28), habiéndose observado los resultados siguientes:

SITIO	DAP cc cm/año	ALTURA m/año	VOLUMEN m ³ /árbol	m ³ /ha	VOLUMEN TOTAL m ³ /ha
Ipala	0.5291	0.2970	0.005643	1.78	107
S. Martín	1.07	0.9190	0.022857	2.67	62*

* Sin incluir Pinus pseudostrobus y Quercus spp.

Como puede observarse en San Martín Jilotepeque, Pinus oocarpa muestra un mayor rendimiento, ésto puede explicarse basán-

dose en los siguientes aspectos:

El fuego: Incendios constantes en el bosque de Ipala han afectado al 92% de los individuos, reduciendo su crecimiento. Los incendios en San Martín son menos constantes y no afectan a un porcentaje de individuos tan elevado.

El ocoteo: En San Martín no se observaron árboles dañados en el rodal; en el sitio de Ipala, 32 individuos/ha, están siendo dañados por el ocoteo, que tiene efecto directo en la reducción del crecimiento.

Clima: La altitud en Ipala (823 msnm), cerca del límite de altitud mínimo de la especie y en San Martín Jilotepeque en el límite superior (1580 msnm). La precipitación en Ipala es de 937.35 mm/año y en San Martín 1249.2 mm/año; estos factores combinados con la temperatura pueden influir favorablemente en el desarrollo de la especie en el último sitio.

Suelo: Los suelos de Ipala son poco profundos (hasta 35 cm) texturas franco arcillosa-arcillosa; horizontes A,C,R, deficientes en P, K, Ca, y Na; con pH ácido (4.8); 41.66% el porcentaje de saturación de bases; suelos erosionados; alto contenido de materia orgánica (11.25%). Los suelos del bosque estudiado en San Martín Jilotepeque muestran en general mejores condiciones para la especie y se describen a continuación sus características más importantes: profundos (hasta 56 cm) textura franco arenosa-franco arcillosa; profundos (hasta 0,A, B,C); con niveles adecuados de P, K, Ca, Mg y Na, según los parámetros de Jadan (14); el pH ácido (5.22), pero menos que-

los de Ipala; % SB de 68.58%; suelos sin erosión aparente y contenidos moderados de materia orgánica (6.61% de m.o. Horizonte 0). El suelo es factor determinante en el desarrollo de las especies forestales y en este caso las diferencias en los factores edáficos determinan en gran parte las diferencias del desarrollo de la especie en dos sitios distintos.

3.3 TIEMPO DE PASO

Se denomina así, al tiempo en años que tarda un árbol para pasar de una categoría diamétrica a la superior y constituye una medida de incremento.

Se calculó a 1.3 m en los árboles tumbados, contando el número de anillos en los 2.5 cm exteriores del árbol; la media obtenida fue de 6 años, implicando que 6 años se necesitan para que los árboles pasen a la categoría diamétrica superior. Este parámetro podemos aplicarlo para estimar las clases diamétricas que podrían darse en el rodal en los próximos 6 o 12 años. Así, en 6 años el 70% de individuos del rodal estará en etapa de acerrío (arriba de 30 cm de DAP) y en 12 años lo estará el 86% de árboles del bosque.

3.4 CALCULOS DE FACTOR MORFICO

Los cuadros No. 11 y 12 sirvieron para estimar el factor, obteniéndose los siguientes resultados:

FACTOR DE FORMA (cc)

Pinus oocarpa $f = 0.462879$

Pinus pseudostrobus $f = 0.438641$

Este factor puede servir para estimar volúmenes en pie con corteza,

partiendo del volumen de un cilindro formado por el área basal a la altura del pecho y la altura total del árbol; se usa de la siguiente manera:

$$V \text{ en pie cc} = g \cdot 1.3 \cdot h \cdot f$$

V= Volumen con corteza

h= Altura Media

g 1.3= Area Basal

f= Factor de forma

El resultado indica que el 46.29% y 43.68% del volumen de un cilindro, con el DAP de base y el largo de la altura del árbol de Pinus oocarpa y Pinus pseudostrobus, respectivamente, constituirán volumen de madera con corteza.

3.5 CALCULO DEL FACTOR DE CORTEZA:

El factor de corteza sirve para estimar el volumen de corteza de un árbol o rodal de una especie determinada a partir del volumen total, que haya sido estimado u obtenido por otro medio.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Pinus oocarpa K: 0.094529

Pinus pseudostrobus K: 0.074526

El factor de corteza puede utilizarse en la siguiente forma:

Volumen de Corteza= Volumen Total del Arbol o Rodal \times K, donde K= Factor de Corteza.

Además, puede utilizarse para estimar el volumen sin corteza de un árbol o rodal en la siguiente forma:

$$\text{Volumen sin Corteza} = \text{Volumen Total} \times (1-K)$$

El resultado indica que el 9.5% y 7.5% del volumen total de Pinus oocarpa y Pinus pseudostrobus corresponde al volumen de la corteza

(o bien el 90.5% y 92.5% del volumen total, respectivamente, lo constituye el volumen de madera sin corteza).

3.6 ANALISIS DE FUSTE

Los promedios de los datos del análisis fustal de los 27 árboles de Pinus oocarpa Schiede. y 24 de Pinus pseudostrobus Lindl. están resumidos en los cuadros siguientes:

CUADRO No.

DATOS DE GRAFICO FUSTAL PARA Pinus oocarpa

ALTURA (m)	EDAD (AÑOS)					DIAMETRO CON CORTEZA
	5	10	15	20	25	
	DIAMETRO SIN CORTEZA (cm)					
0.30	3.61	8.14	12.95	18.84	24.01	32.69
1.30	3.19	7.08	11.25	16.37	20.86	28.40
2.65	--	5.70	10.24	15.80	20.18	23.05
8.05	--	--	5.90	14.55	18.15	19.03
16.15	--	--	--	9.66	12.93	13.63
21.55	--	--	--	--	4.30	4.50
23.52	--	--	--	--	--	--

CUADRO No.

DATOS DEL GRAFICO FUSTAL PARA Pinus pseudostrobus

ALTURA (m)	EDAD (AÑOS)					DIAMETRO CON CORTEZA
	5	10	15	20	25	
	DIAMETRO SIN CORTEZA (cm)					
0.30	4.20	9.43	15.61	22.60	29.95	35.44
1.30	3.54	7.95	13.16	19.07	25.27	29.35
1.98	--	7.35	12.18	17.64	23.37	25.59
8.05	--	--	10.91	15.80	20.93	21.92
17.50	--	--	--	10.57	14.01	14.76
25.86	--	--	--	--	4.80	5.10
26.24	--	--	--	--	--	--

Las figuras No. 24 y 25 describen gráficamente los fustes promedios de cada especie.

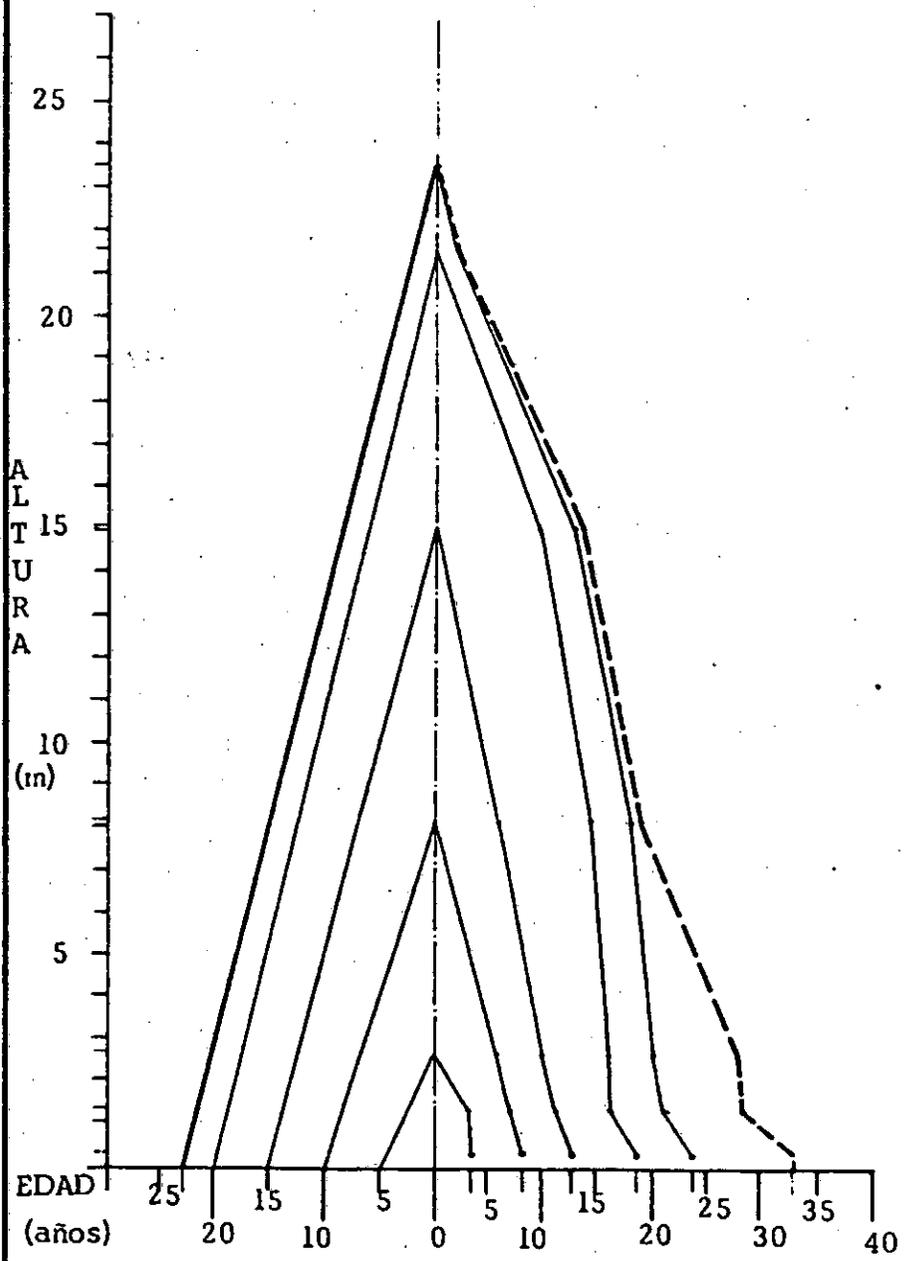


Figura No. 24 : GRAFICO FUSTAL *Pinus oocarpa* Schiede.

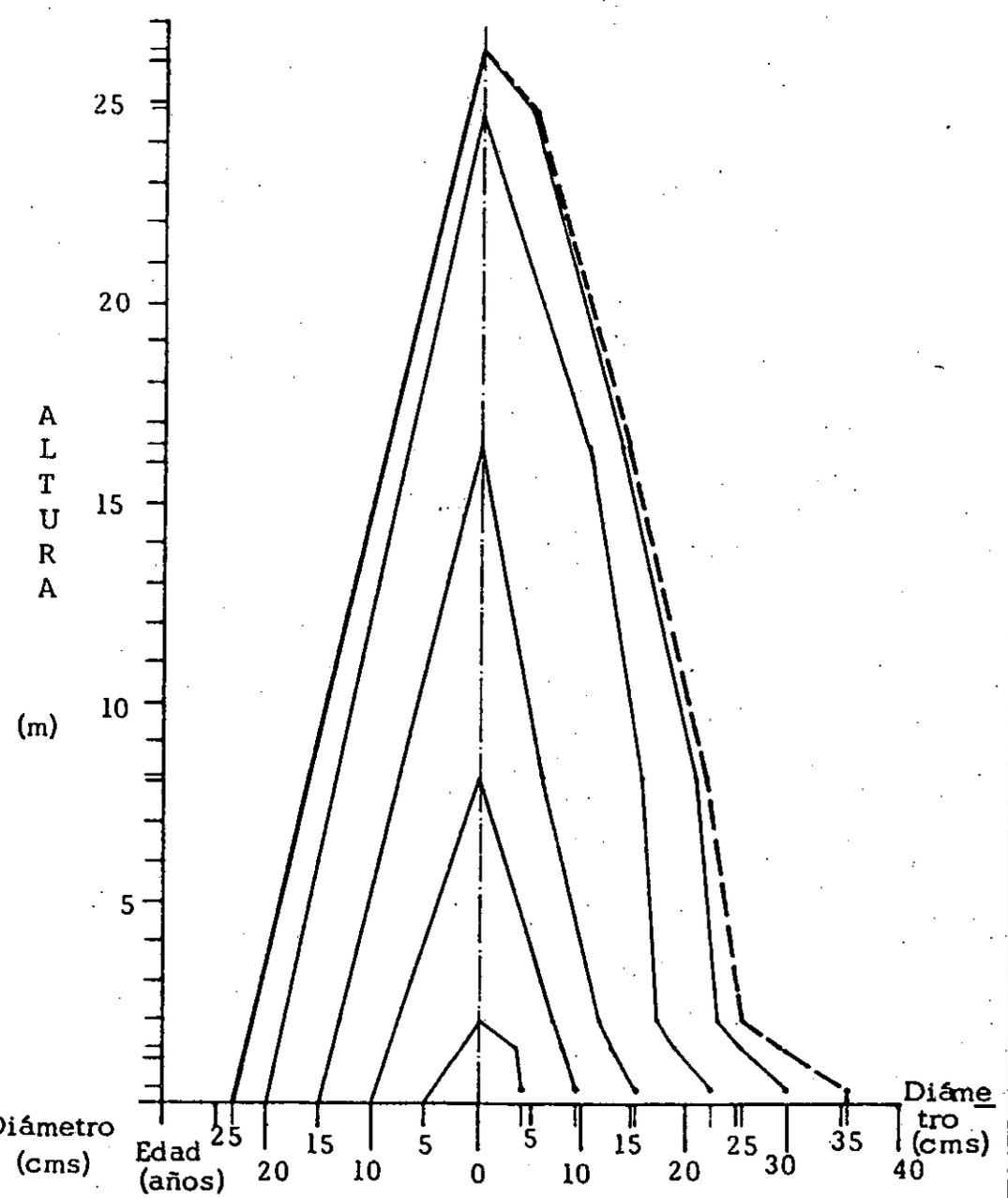


Figura No. 25: GRAFICO FUSTAL *P. pseudostrobus* Lindl.

3.7 TABLA DE VOLUMEN

Se compararon los volúmenes reales sin corteza (totales) con los volúmenes estimados con la fórmula de la FAO y con la fórmula determinada para doble entrada con los datos de los árboles tumbados, utilizando el análisis de regresión, usando $D^2 \times h$ (diámetro² x altura).

Para Pinus oocarpa se encontró que la fórmula de la FAO presenta un porcentaje de desviación media (PDM) de 11.92 y una diferencia agregada (DA) de -3.14 con un coeficiente de correlación de (r) 0.9999999; la regresión lineal mostró un r de 0.967766, un PDM de 14.84% y DA de 0.00%; se consideró que por el coeficiente de correlación y el PDM es más certera la fórmula de la FAO ($V = 0.00268266236 - 0.2872151561 \times (D^2 \times h)$), por lo que no se elaboró tabla de volumen local.

Para Pinus pseudostrobus el análisis de regresión mostró un coeficiente de correlación de 0.989066, siendo el modelo logarítmico el más ajustado, el PDM de 10.42% DA de -0.073%; la fórmula de la FAO mostró una DA de -2.51% y PDM de 11.33%; por lo que se consideró mejor ajustada la ecuación determinada con el análisis de regresión, el cuadro No. 19.

3.8 RELACIONES DE VARIABLES DE Quercus spp.

Los árboles de Quercus spp. mayores de 14 cm de DAP fueron eliminados en la parcela IB, se talaron, tomándose los datos de altura, DAP y diámetro por sección de 31 árboles, con los que se obtuvieron las relaciones siguientes, producto del análisis fustal

CUADRO No. 19

TABLA LOCAL DE VOLUMEN TOTAL SIN CORTEZA DE
Pinus pseudostrobus Lindl. SAN MARTIN JILOTEPEQUE

(cm)	V O L U M E N (m ³)											
	d cc	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	h(m)
14		0.084	0.096	0.108	0.119	0.131	0.143	0.155	0.166	0.178	0.190	
16		0.109	0.125	0.140	0.155	0.171	0.186	0.201	0.216	0.232	0.247	
18		0.138	0.157	0.177	0.196	0.215	0.234	0.254	0.273	0.292	0.311	
20		0.170	0.194	0.217	0.241	0.265	0.288	0.324	0.336	0.359	0.383	
22		0.205	0.233	0.262	0.291	0.319	0.348	0.377	0.405	0.433	0.462	
24		0.243	0.277	0.311	0.345	0.379	0.413	0.447	0.481	0.514	0.548	
26		0.284	0.324	0.364	0.404	0.444	0.484	0.523	0.563	0.604	0.646	
28		0.329	0.375	0.421	0.468	0.514	0.559	0.605	0.651	0.697	0.743	
30		0.377	0.430	0.483	0.536	0.588	0.641	0.693	0.746	0.798	0.851	
32		0.428	0.488	0.548	0.608	0.668	0.728	0.787	0.847	0.906	0.966	
34		0.482	0.550	0.618	0.685	0.753	0.820	0.887	0.954	1.021	1.088	
36		0.540	0.616	0.691	0.767	0.842	0.918	0.993	1.068	1.143	1.218	
38		0.600	0.685	0.769	0.853	0.937	1.021	1.104	1.188	1.271	1.355	
40		0.664	0.758	0.851	0.944	1.036	1.129	1.222	1.314	1.407	1.499	
42		0.731	0.834	0.936	1.039	1.141	1.243	1.345	1.447	1.548	1.650	
44		0.801	0.914	1.026	1.138	1.250	1.362	1.474	1.586	1.697	1.808	

$$V = 0.300267458 \times ((D^2 \times h) \uparrow 0.9844707367$$

Relación DAP-altura: El modelo cuadrático resultó mejor ajustado.

$$Y = 2.170763126 + 0.5926622154 \times X - 0.00326498413 \times X^2$$

$$r = 0.87226$$

$$r^2 = 0.760845$$

Relación DAP-volumen con corteza: El modelo geométrico resultó ser el más ajustado.

$$Y = 0.01709836083 \times X^{1.115621616}$$

$$r = 0.943252$$

$$r^2 = 0.889725$$

VI

CONCLUSIONES

1. Las relaciones del diámetro y la altura con respecto a la edad - de los árboles tumbados, dió como resultado modelos estadística- mente ajustados; no así, para la relación entre diámetro y altu- ra, posiblemente por tratarse de un bosque de edad homogénea en- donde el diámetro ha sido influido por la competencia entre árbo- les individuales.
2. El área basal mostró un modelo estadístico ajustado, respecto a edad; sin embargo, respecto a la altura no fue así, debido a que el área basal se deriva del diámetro.
3. Pinus pseudostrobus mostró una tendencia a dominar a partir de - la fase intermedia (10-23 años) en el crecimiento del rodal. Los incrementos medios anuales resultaron ser: 1.26 cm/año en DAP; - 0.003120 m²/año en área basal y 1.01 m/año en altura. Los valo- res máximos en los incrementos periódicos en diámetro (1.77 cm/ año), área basal (0.08760 m²/año), y volumen (0.095526 m³/árbol/ año), se presentan en el período 20-23 años, indicando que el - crecimiento aun continúa sin sufrir inflexión en su curva. Sin - embargo, la altura alcanzó su máximo incremento (1.89 m/año) en- tre los 11-15 años, a partir de donde ha decrecido el valor has- ta 0.13 m/año.
4. Pinus oocarpa mostró la tendencia a dominar el rodal en la fase- inicial o de establecimiento (hasta los 10 años) y a ser domina- do posteriormente. Los incrementos medios anuales resultaron ser:

1.07 cm/año en DAP, $0.00226 \text{ m}^2/\text{año}$ en área basal y 0.92 m/año en altura. Los valores máximos en los incrementos periódicos en diámetro (1.43 cm/año) y altura (1.62 m/año) se alcanzan entre los 16-20 y 11-15 años, respectivamente y decrecen hasta alcanzar valores de 1.26 cm/año (diámetro) y 0.66 m/año (altura) en el período entre 20 a 23 años. El área basal ($0.005160 \text{ m}^2/\text{año}$) y el volumen ($0.059347 \text{ m}^3/\text{árbol/año}$) no alcanzan aún su punto de inflexión en la curva de incremento periódico, pero sus valores son menores a los de Pinus pseudostrobus.

5. El rendimiento es relativamente alto para las condiciones del país, en un rodal sin manejo. Pinus pseudostrobus presenta un IMA de $3.44 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ sin corteza y Pinus oocarpa presenta un IMA de $2.67 \text{ m}^3/\text{ha/año}$. El potencial del rodal, incluyendo el Quercus aproxima el rendimiento conjunto a $20 \text{ m}^3/\text{ha/año}$.
6. Los factores del suelo (nutrientes, textura, profundida, pH, erosión y materia orgánica), climáticos (precipitación, altitud y temperatura) y ecológicos (ocoteo, incendios forestales) sugieren relación con las diferencias en crecimiento y rendimiento. Entre los sitios de Ipala y San Martín Jilotepeque para Pinus oocarpa se encontró al sitio objeto del presente estudio superior en crecimiento e incremento al de Ipala para la especie mencionada.
7. Los factores de forma y de corteza para Pinus pseudostrobus resultaron ser: 0.438641 (con corteza) y 0.074526 respectivamente; para Pinus oocarpa, 0.462879 (factor de forma con corteza) y 0.094529 fue el factor de corteza.

8. La tabla local de volumen para Pinus pseudostrobus mostró ser más representativa (con un porcentaje de desviación media del 10%) que la tabla de FAO; no así, para Pinus oocarpa en el cual la tabla de FAO resultó más adecuada (con un porcentaje de desviación media del 12%).

9. La distribución espacial de los árboles sigue un patrón contagioso entre especies diferentes e individuos de la misma especie en el bosque.

10. Pinus pseudostrobus se presenta como la especie mejor adaptada a las condiciones del rodal (43% del área basal y $81.18 \text{ m}^3/\text{ha}$ de volumen); Pinus oocarpa se presenta como una especie codominante (36% del área basal y $61.99 \text{ m}^3/\text{ha}$ de volumen) con tendencia a ser cada vez más superada por la primera y Quercus (21% del área basal y $73.94 \text{ m}^3/\text{ha}$ de volumen) se presenta como un género que tiende a aumentar su importancia en el bosque, con el paso del tiempo.

VII

RECOMENDACIONES

1. Estudiar bosques puros o mixtos de Pinus oocarpa y Pinus pseudostrobus en la zona, para lograr la adecuación de las fórmulas del crecimiento e incremento que validen su utilización a nivel regional.
2. Estudiar e implementar planes de manejo que eleven la productividad de este tipo de bosques, por estar expuestos a mayor presión de uso.
3. Realizar mediciones periódicas posteriores al rodal, para conocer los efectos de los tratamientos de aclareo establecidos en la investigación y el momento óptimo de aprovechamiento del bosque.
4. continuar con el establecimiento de parcelas permanentes en distintas calidades de sitio y zonas de vida, para tipificar el crecimiento de Pinus oocarpa Schiede. y Pinus pseudostrobus Lindl. en el país.
5. Utilizar Pinus pseudostrobus Lindl. para repoblaciones en condiciones climáticas y edáficas similares por su mayor capacidad productiva.

BIBLIOGRAFIA

1. ALDER, D. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento; predicción del rendimiento. FAO. Estudio FAO: Montes 22/2. v.2, 118 p.
2. BORMANN, F.; BERLYN, G. 1983. Edad y tasa de crecimiento de los árboles tropicales; nuevos enfoques para la investigación. - Trad. por Carmen Alicia de la Porra. Veracruz, México, CECSA. 143 p.
3. BRUCE, D.; SCHUMACHER, F. 1965. Medición forestal. México, D.F., Herrero. 477 p.
4. CAMPOS, J.C. 1970. Estudios sobre índice de sitio e tabelas de volume e producao para Pinus elliottii Engelm. no Estado de - Sao Paulo, Brasil. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., IICA. - 82 p.
5. CASTAÑEDA, C. 1980. Gorgojo del pino en Guatemala. Guatemala, - Universidad de San Carlos. Serie Separatas Anuario v.38. - 30 p.
6. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 23-26
7. DANIEL, T.; HELMS, J.; BAKER, F. 1982. Principios de silvicultura. Trad. de la 2 ed. inglesa por Ramón Elizandro Mata. México, McGraw-Hill. 492 p.
8. GCITIA, E. 1954. Estudio del incremento volumétrico del Cupressus lusitanica Miller. en relación a la edad y al sitio. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., IICA. 58 p.
9. GONZALES, E. 1947. Silvicultura. 2 ed. España, Possat. p. - 180-190.
10. HAIG, J.T. 1959. Silvicultura tropical. Roma, FAO. v.1, p. 184-190.
11. HONDURAS. CORPORACION HONDUREÑA DE DESARROLLO FORESTAL. 1976. - Manual de establecimiento y análisis de parcelas permanentes de rendimiento. Honduras. 28 p.
12. HUSCH, B.; MILLER, C.; BEERS, T. 1971. Forest mensuration. 2 - ed. EE.UU., Wiley. 410 p.
13. ISOLAN, F.B. 1972. Estudio de qualidade de sitio para Pinus caribaea Morelet var. hondurensis Barret e Golfari no cantao de Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., IICA. 98 p.

14. JADAN P., S.V. 1972. Sistema de clasificación de índices de sitio para Eucalyptus deglupta Bl. en Turrialba, Costa Rica. - Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., IICA. 98 p.
15. KIEPAC, O. 1983. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. 2 ed. Chapingo, México, Universidad Autónoma Chapingo. 365 p.
16. LOJAN, L. 1967. Periodicidad del clima y del crecimiento de especies forestales en Turrialba, Costa Rica. Turrialba (C.R.) 17(1):71-83.
17. MACKAY, E. 1964. Dasometría; teoría y técnica de la medición forestal. Madrid, España, Escuela Superior de Ingenieros de Montes. p. 549-687.
18. MUNSELL COLOR COMPANY (EE.UU.). 1954. Munsell soil charts. Baltimore, Maryland. 20 p.
19. NUÑEZ S., O.M. 1986. Estudio de crecimiento y rendimiento de Pinus maximinoi H.E. Moore., en Cobán, Alta Verapaz. Tesis - Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 130 p.
20. PETERS, R. 1977. Tablas de volumen para las especies coníferas de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. Doc. de Trabajo no. 17. 162 p.
21. RABINOVICH, J.E. 1978. Ecología de poblaciones animales. Secretaría de la O.E.A. Biología: Monografía no. 21. 114 p.
22. ROJAS, O.E. 1985. Estudio preliminar del crecimiento de Pinus oocarpa Schiede., en el municipio de El Chol, Baja Verapaz. - Investigación inferencial E.P.S. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 46 p.
23. SCHWERDFEGER, F. 1953. Los pinos de Guatemala; la entomología forestal de Guatemala. FAO. Informe FAO/ETAP no. 21. 114 p.
24. SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. - Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. p. 473-681.
25. SPURR, S.; BARNES, B. 1982. Ecología forestal. Trad. de la 3 ed. inglesa por Carlos L. Raigorodsky. México, Act Editores. 690 p.
26. TSCHINKEL, H. 1972. La clasificación de sitios y el crecimiento del Cupressus lusitanica en Antioquía, Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomía (Col.) 27(1):3-30.

27. VAN SOEST, J. et al. 1969. La normalización de los símbolos en dasometría. Roma, FAO. 19 p.
28. VILLAFUERTE, H.R. 1987. Estudio de crecimiento y rendimiento de Pinus oocarpa Schiede. en San José la Arada, Chiquimula. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 85 p.

Vi. Do.
Patualla



APENDICE

Pinus pseudostrobus Lindl.

Esta especie fue establecida por Lindley, es variable, al grado que hay diferencias a veces notables aún en una misma localidad; sus caracteres generales son: 5 hojas delgadas, con cono ovoide o largamente ovoide, ramillas con tinte ceniciento en sus partes tiernas, entrenudos largos, base de las brácteas alargadas y espaciadas poco salientes y como sumergidas en la ramilla; corteza casi lisa durante mucho tiempo en los árboles jóvenes.

Tiene cercano parentesco a algunas formas del Pinus montezumae, grado que en algunas ocasiones es difícil encontrar las diferencias.

Arbol de 15-25 metros de altura, a veces más, con ramas extendidas y verticiladas, corteza lisa durante mucho tiempo, en la vejez áspera y agrietada; ramillas delgadas y frágiles con largos entrenudos de color café rojizo, con tinte azulado en las partes tiernas. Las bases de las brácteas son espaciadas y frecuentemente adheridas a las ramillas y como sumergidas en ellas.

Hojas en grupos de 5, de 17-24 cm de largo, muy delgadas, triangulares y flexibles, de color verde intenso, a veces con ligero tinte amarillento o glauco, finamente aserradas, con dientecillos uniformes. Los canales resiníferos son 3, a veces 2, medios rara vez con externo o interno. Haces fibrosculares 2, muy aproximados generalmente. Poco distintos, hipodermo casi uniforme con ligeras entrantes en el clorenquima con 2 o 3 hileras de células gruesas e irregulares; las paredes exteriores de las células endodérmicas son engrosadas.

Vainas resistentes, anilladas de 12-15 mm (a veces hasta 20) de

color castaño oscuro, algo brillantes. Yemas oblongas largamente pedunculadas, oscuras, con gruesas escamas provistas de puntas romas.

Conos ovoides o largamente ovoides, de 8-10 cm, a veces más, de color café claro, amarillos o morenos, extendidos, muy levemente encorvados, un poco asimétricos, generalmente por pares no pronto caedizos sobre pedúnculos de 10-15 mm (excepcionalmente hasta 23) y a veces casi sésiles. Frecuentemente el pedúnculo queda en la ramilla, conservando algunas escamas basales.

Escamas delgadas pero duras, desiguales de 3-3.5 cm de largo por 1.5-1.8 de ancho, con ápice anguloso; umbo irregularmente cuadrangular; quilla visible; apófisis aplanada, en ocasiones saliente y reponderada; cúspide pequeña, deprimida, provista de una punta cónica, frágil y resistente.

Semilla vagamente triangular, oscura, de unos 6 mm, con ala de unos 23 mm de largo por 6-9 de ancho.

Produce abundante resina y la madera dura y resistente. Suele encontrarse en climas templados y frecuentemente se ve asociado con Pinus montezumae.

DESCRIPCION DEL PERFIL EDADICO

HORIZONTE	A	B	C
PROFUNDIDAD (cm)	0-15	11-20	20-33
TEXTURA	Franco arenoso Franco Franco arcilloso	Franco arenoso Franco arcilloso	Franco arenoso Franco arcilloso
ESTRUCTURA	Granular	Granular	Granular
RAICES	Abundante	Abundante	Común
COLOR	Seco 2.5/1 4/1	5/1 5/2	2.5/1 1/4
Seco	10YR 6/1	10YR 5/1	10YR 5/1 5/4; 5Y 4/2
Húmedo	Negro-gris obscuro	Gris obscuro Olivá	Gris café claro amarillito pálido
	2.5YR/2 10YR 1/3 Negro	5Y 2.5/1.2 2.5Y 1/2 N Café grisáceo muy obscuro	10YR 1/2 1/6 2.5Y 1/2 3/4 Café grisáceo Café amarillento obscuro
DENSIDAD APARENTE	0.7819-1.1279	0.9031-1.1540	1.0056-1.1870
TENSION 1/1 (ATM) 15	22.98-51.77 (x=31.87)	19.11-47.05 (x=25.94)	15.10-38.26 (x=22.11)
%M.O.	4.64-11.10	1.41-4.14	0.87-1.92
pH	5.21-6.72	4.95-5.47	4.90-6.01
FERTILIDAD			
Microgramos/ml	K 4.17 - 50 P 71 - 210	3.31 - 50 95 - 185	1.67 - 30.42 60 - 138
meq/ m/ suelo.	Ca 1.74-15.21 Mg 0.50-3.45	2.49-12.09 0.87-3.92	1.50-6.30 0.45-1.77
CIC			
meq/100 g de suelo	13.61-80.84 (x=24.67)	7.70-49.67 (x=17.42)	4.82-29.89 (x= 60.56)
% SB	80.83-95.46 (x= 65.63)	27.13-69.02 (x= 47.69)	42.73-88.74 (x= 60.56)
			77.17-100 (x= 88.58)

CUADRO No. 21-A

DATOS DE LA ESTRUCTURA ARBOREA POR PARCELA ANTES DEL ACLAREO
(DIAMETRO, AREA BASAL Y ALTURA DOMINANTE) DEL RODAL

PARCELA TRATAMIENTO	PARA- METROS	E S P E C I E S			TOTAL
		<u>Quercus</u> spp.	<u>Pinus</u> oocarpa	<u>Pinus</u> pseudostrobus	
IA TESTIGO	\bar{d} (cm)	15.921875	33.261905	29.370968	--
	g	0.692976	1.396953	2.409700	4.999629
	h	32	23	29	84
	%g total	13.86	37.94	48.20	100
	h-dom (m)	10.78*	20.32	23.99	--
IIA 50% de RALEO	\bar{d} (cm)	15.406977	28.241379	31.708333	---
	g	0.915519	1.916568	3.054040	5.886127
	h	43	29	36	108
	%g total	15.55	32.56	51.29	100
	h dom(m)	10.53*	23.95	24.30	--
IIIA 30 % RALEO	\bar{d} (cm)	15.875000	25.862500	33.224138	--
	g	1.111790	2.233299	2.718558	--
	h	52	40	29	121
	%g total	18.34	36.83	44.83	100
	h dom (m)	10.76*	21.95	24.73	--
IB 30% RALEO	\bar{d} (cm)	15.932292	23.462500	29.260000	---
	g	2.051048	1.851321	1.767244	5.669613
	h	96	49	25	161
	%g total	36.18	32.65	31.17	100
	h dom (m)	10.78*	20.02	22.89	--
IIB TESTIGO	\bar{d} (cm)	17.446875	33.450000	31.466667	---
	g	0.849175	1.6447746	0.538771	3.035692
	h	32	18	6	56
	%g total	27.97	54.28	17.75	100
	h dom (m)	11.52*	21.57	24.17	--
IIIB 50 % RALEO	\bar{d} (cm)	18.426471	26.019231	34.722222	--
	g	1.016325	1.483951	2.633656	5.133932
	h	34	26	27	87
	%g total	19.80	28.90	51.30	100
	h dom (m)	11.98*	21.72*	23.51*	--

*= ALTURA MEDIA ESTIMADA POR REGRESION

CUADRO No. 22-A

VOLUMEN SIN CORTEZA POR PARCELA Y POR HECTAREA PARA CADA
ESPECIE EN EL RODAL

PARCELA	VOLUMEN SIN CORTEZA (m ³)			TOTAL
	<u>Quercus</u> <u>spp.</u>	<u>Pinus</u> <u>oocarpa</u>	<u>Pinus</u> <u>pseudostrobus</u>	
IA	12.060048	16.923509	22.273083	51.258840
* IA	48.240192	67.694036	89.092332	205.02656
IIA	14.640465	15.534635	28.110967	58.286067
* IIA	58.56186	62.13854	112.443868	233.144268
IIIA	19.827119	19.277430	22.110967	58.286067
* IIIA	79.308476	77.10972	88.890344	245.30854
IB	35.559644	13.710246	15.495870	64.765760
* IB	142.238576	54.840984	61.98348	259.06304
IIB	12.990429	15.295558	6.029917	34.315904
* IIB	51.961716	61.182232	24.119668	137.263616
IIIB	15.114608	12.413119	25.001542	52.529269
* IIIB	60.458432	49.652476	100.006168	210.117076
TOTALES	110.192313	93.154497	119.133965	322.480771
MEDIAS	18.365386	15.52575	19.855661	53.746800
* MEDIAS	73.461542	62.102998	79.422643	214.8872

*- m³/ha

CUADRO No. 23-A

SITUACION DEL BOSQUE DESPUES DEL ACLAREO
(AREA BASAL, DIAMETRO, ALTURA Y VOLUMEN)

ESPECIES Y VARIABLES	P A R C E L A S						TOTAL
	BLOQUE "A"			BLOQUE "B"			
	I	II	III	I	II	III	
<u>Quercus</u>							
n	32	---	---	39	32	---	103
g (m ²)	0.6930	---	---	0.4871	0.8492	---	---
d (cm)	15.92	---	---	12.36	17.45	---	2.0293
h* (m)	10.78	---	---	9.00	11.52	---	---
V* (m ³)	12.0601	---	---	11.0153	12.9904	---	36.066
<u>Pinus oocarpa</u>							
n	23	18	33	40	18	17	149
g	189.70	1.1936	1.9765	1.8513	1.6477	0.8694	9.4354
d	33.26	28.24	25.86	23.46	33.45	23.96	---
h	20.33	22.53	22.13	20.02	22.84	21.70	---
V	16.9235	8.5634	16.3989	13.7102	15.2956	6.3967	77.288
<u>P. pseudostrobus</u>							
n	29	23	23	25	6	17	123
g	2.4097	1.8639	2.4184	1.7672	0.5388	1.8827	10.8806
d	29.37	31.70	33.22	29.26	31.47	38.16	---
h	23.99	23.92	24.39	22.89	23.85	25.82	---
V	22.2731	15.3537	19.0509	15.4959	6.0299	17.2626	95.466

*= ESTIMADA

SAN CARLOS DE GUATEMALA



Referencia

Asunto 5 de septiembre, 1988

FACULTAD DE AGRONOMIA

Universitaria, Zona 12.

Código Postal No. 1400

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

"IMPRIMASE"



ING. AGR. JORGE E. SANDOVAL I.
DECANO EN FUNCIONES

Biblioteca Central