

**ESTUDIO DE LA MASA FORESTAL DEL BOSQUE DE PINUS OCCARPA DE YUCUL
(NICARAGUA) ATACADO POR DENDROCTONUS FRONTALIS**

Por

JULIO C. ALONSO G.

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O E A

Centro de Enseñanza e Investigación

Turrialba, Costa Rica

Diciembre, 1966

ESTUDIO DE LA MASA FORESTAL DEL BOSQUE DE PINUS OCCARPA DE YUCUL
(NICARAGUA) ATACADO POR DENDROCTONUS FRONTALIS

Tesis

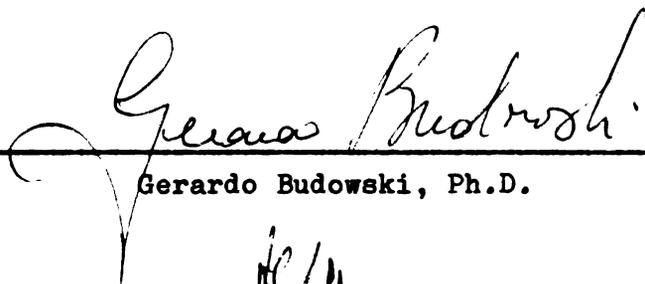
Sometida al Consejo de Estudios Graduados como
requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O E A.

APROBADA:



Gerardo Budowski, Ph.D.

Consejero



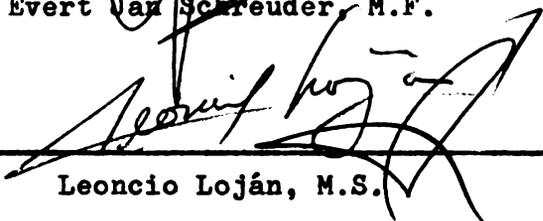
Arthur Jolly, Ph.D.

Comité



Evert Jan Schreuder, M.F.

Comité



Leoncio Loján, M.S.

Comité

Diciembre, 1966

iii

A mi familia

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus sinceros agradecimientos a personas e instituciones:

A los miembros de su Comité Consejero: Dr. G. Budowski, Consejero Principal; Dr. Arthur Jolly, Ing. E. J. Schreuder e Ing. Leoncio Loján, por el asesoramiento y facilidades prestadas en la ejecución de este trabajo.

Al Ing. J. P. Veillon, por la ayuda y la orientación inicial.

Al Dr. J. M. Montoya M. y al Ing. A. Gorbitz, por sus acertadas sugerencias.

A la AID (Agencia Internacional para el Desarrollo) por haberle auspiciado sus estudios en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.

A los miembros de la Misión FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) en Nicaragua, en especial al Dr. G. Behrendt, por su valiosa cooperación y ayuda.

Al Departamento Forestal de Nicaragua, por las facilidades prestadas, en especial al Sr. J. C. Moya, Inspector Forestal de Matagalpa.

A sus profesores y compañeros de estudios que de una forma u otra le prestaron su valiosa cooperación

BIOGRAFIA

El autor nació el 11 de junio de 1939 en Matagalpa, Nicaragua.

Realizó sus estudios primarios en su ciudad natal y sus estudios secundarios en Granada (Nicaragua). En 1964 se graduó de Ingeniero Agrónomo en la Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería.

Trabajó como asistente de la Agencia de Extensión Agrícola de Masaya, en el año 1963 y como agente de extensión agrícola en León, en el año 1964.

En setiembre de 1964 ingresó en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, egresando en diciembre de 1966.

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	5
1. Los pinos de Nicaragua	5
a. Aspectos generales	5
b. Composición florística de los pinares de la región central	6
c. Posible vegetación climax de los pinares de región central	7
d. Efecto del fuego en los pinares de Nicaragua	8 ✓
2. Características del <u>Pinus oocarpa</u>	9
a. Distribución de la especie	9
b. Características botánicas	9
c. Características ecológicas	12
d. Brotaciones	12
e. Madera	13
f. Manejo en Centro América ✓	13
g. Plantaciones	14
3. La plaga de <u>Dendroctonus frontalis</u>	14
a. Origen del ataque	14
b. Agente causal del daño	15
c. Ataque del <u>Dendroctonus</u>	16
MATERIALES Y METODOS	17
1. Características del área seleccionada para el estudio	17
a. Localización	17
b. Altitud	17
c. Clima	17
d. Geología	21
e. Suelos	27
f. Aspectos de la vegetación de Yucul	27
g. Tenencia y uso de la tierra	28
h. Política forestal sobre estos terrenos	28
i. Población	28

	Página
2. Delimitación del área y superficie	29
3. Cálculo de la masa forestal	29
a. Apreciación de la masa forestal	29
b. Apreciación de la variación de la masa forestal ..	32
c. Consideraciones previas al cálculo de la masa forestal	33
1) D.A.P. mínimo	33
2) Categoría diamétrica	33
3) Clase de grosor	34
4) Especies a inventariar	34
5) Unidades usadas	34
6) Método de cubicación de los árboles	34
7) Porcentaje de muestreo	34 ✓
8) Datos anotados en el inventario	34
9) Compilación del inventario	35
10) Aparatos usados en el inventario	35
4. Método usado en el inventario	36
a. Cálculo de la masa forestal	36
b. Estimación del crecimiento	36 ✓
1) Muestra usada	37
2) Limitaciones de las muestras	38
3) Análisis de las muestras de crecimiento	38 ✓
c. Cálculo del crecimiento y rendimiento potencial ..	39
d. Cálculo de la regeneración.....	40 ✓
e. Estimación del volumen de madera extraída	40
RESULTADOS Y DISCUSION	41
1. Estado actual del bosque	41
a. Composición de la masa forestal	41
1) Número de árboles	41
2) Area basal.....	41
3) Volumen	41
4) Errores de muestreo	44
b. Crecimiento de la masa forestal	44
c. Daños causados por el Dendroctonus	51
1) Efecto sobre la masa forestal	51
2) Apreciación del valor del daño del <u>Dendroctonus</u>	55
d. Regeneración	55 ✓

	Página
2. Sugerencias para la reconstrucción y manejo del bosque de Yucul	56
a. Estimación del posible rendimiento	56
1) Bosque deseado	56
2) Crecimiento observado en el bosque	57
a) Crecimiento promedio	57
b) Crecimiento máximo	59
3) Estimación del número de árboles en relación a la edad	61
4) Relación entre el diámetro y la altura de los árboles	62
5) Estimación de la producción	64
6) D.A.P. de corta usado en Yucul	64
7) Producción estimada	67
b. Medidas preventivas para obtener la reconstrucción del bosque	68
1) Control de incendios	68
2) Posibilidades de control del Dendroctonus	70
RESUMEN	72
SUMMARY	75
LITERATURA CITADA	77
APENDICES	82

INDICE DE CUADROS

Cuadro Nº		Página
1	Estaciones meteorológicas cercanas a Yucul	20
2	Precipitación mensual en milímetros de Quilalí	22
3	Precipitación mensual en milímetros de Matagalpa ...	23
4	Precipitación mensual en milímetros de Jinotega	24
5	Precipitación mensual en milímetros de La Reina	25
6	Temperatura media mensual en °C de Matagalpa y Quilalí	26
7	Promedios por Ha. de árboles vivos y muertos de más de 10 cm. de diámetro (D.A.P.)	42
8	Distribución promedio de los porcentajes de crecimiento corriente por clase de grosor	45
9	Distribución de la edad y el crecimiento por clase de grosor en las muestras perforadas	47
10	Distribución del crecimiento diamétrico en cm. de los últimos 10 años en árboles vivos y muertos	48
11	Resultados del inventario de la masa forestal	50
12	Distribución de la edad de los árboles de las categorías diamétricas 30-50 cm.	51
13	Datos promedios por Ha. de los árboles vivos, muertos, explotados y caídos de más de 10 cm. de diámetro ...	52
14	Distribución promedio por Ha. del número de árboles vivos menores de 10 cm. de diámetro	55
15	Diámetro promedio y crecimiento diamétrico promedio de los pinos a diversas edades	57
16	Distribución promedio del crecimiento diamétrico promedio en cm. durante los primeros 10 años y por clase de grosor	59
17	Diámetro a diferentes edades calculado a base de los árboles de mejor crecimiento diamétrico	60
18	Número de árboles por Ha. en relación a la edad en bosques de la Escuela Agrícola Panamericana (Honduras) y plantaciones de <u>P. oocarpa</u> situados en Sur Africa .	62
19	Tabla tentativa de producción para el bosque de Yucul	66

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico N ^o		Página
1	Climadiagramas de dos estaciones meteorológicas cercanas a Yucul	18
2	Diagramas de cuatro estaciones meteorológicas cercanas a Yucul	19
3	Relación entre el número de árboles y el volumen en m ³ . de los árboles vivos y muertos mayores de 10 cm. de diámetro. Datos para 1 Ha.	42
4	Distribución porcentual de la masa forestal en una Ha.	54
5	Curva de tendencia del número de árboles en relación a la edad en años	63
6	Curva de tendencia del diámetro en cm. y altura total en m.	65

INDICE DE MAPAS

Mapa N ^o		Página
1	Mapa de Nicaragua con indicación de la localización de Yucul	2
2	Mapa de distribución del <u>Pinus oocarpa</u> según Critchfield y Little	10
3	Mapa de Yucul con indicación de la vegetación dominante	30
4	Mapa de Yucul con indicación de las líneas y parcelas del inventario	31

INTRODUCCION

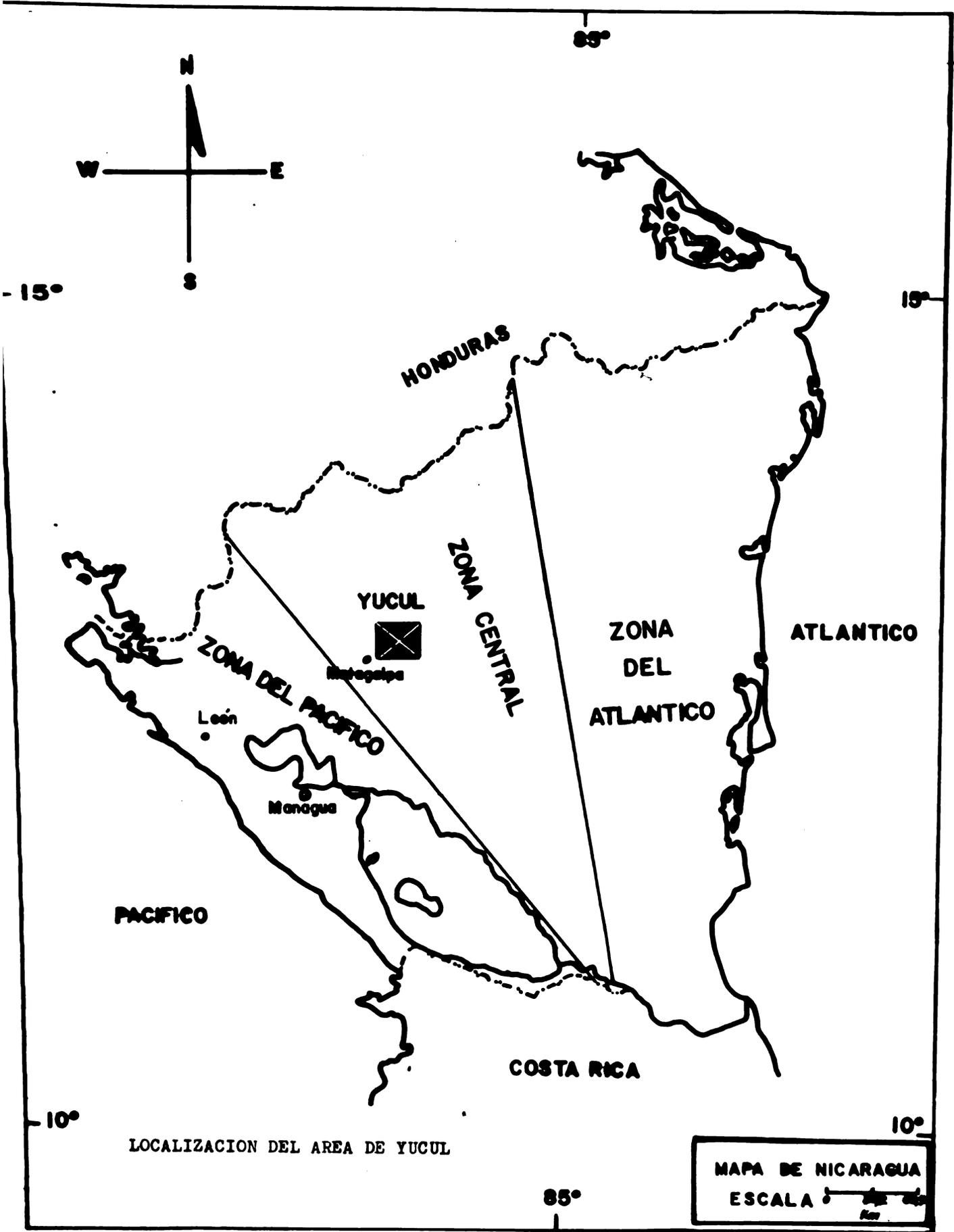
Los bosques naturales de la República de Nicaragua, cubren aproximadamente el 44% de la superficie total y están formados de coníferas y latifoliadas (7). Las plantaciones forestales son experimentales y abarcan poca extensión.

Los bosques naturales se encuentran repartidos en las tres zonas geográficas en que suele dividirse el país: Zona del Pacífico, Zona Central y Zona del Atlántico (ver mapa N^o 1).

La Zona del Pacífico está situada en la parte oeste. Los bosques han sido reducidos por las explotaciones y las actividades agropecuarias. El autor estima que en la actualidad, se encuentra un 10% del área bajo bosques, los cuales ocupan casi siempre áreas marginales para la agricultura y en gran parte también para la ganadería.

La Zona del Atlántico comprende la parte este. Los bosques económicamente accesibles de esta zona han sido explotados o se están explotando para la exportación. Actualmente, un proyecto del Fondo Especial de las Naciones Unidas somete la parte nor-este de esta zona a un estudio de evaluación de los recursos forestales y agrícolas. Para el futuro, se proyecta realizar un estudio sobre investigación y manejo de estos recursos a fin de permitir el establecimiento de industrias*. En la misma región,

* Dato suministrado por el Dr. Gerd Behrendt de la misión FAO en Nicaragua (agosto de 1966).



LOCALIZACION DEL AREA DE YUCUL

MAPA DE NICARAGUA
ESCALA Km

el Fondo Especial de las Naciones Unidas y el Instituto de Fomento Nacional (INFONAC) trabajan en un proyecto que consiste en proteger 120000 Ha. de pinos contra incendios. En el futuro, es posible que esta área aumente (7).

La Zona Central, desde el punto de vista forestal, ha sido sometida a muy pocos estudios. Los bosques de pino ocote (Pinus oocarpa Schiede) dominan la parte norte de esta zona. Estos bosques adolecen de numerosos problemas. Así, no se conoce su superficie exacta ni su masa forestal. Tampoco hay catastro y no se sabe exactamente cual es la tenencia de la tierra. A pesar de que en la actualidad el ganado usa libremente estos pinares, no se han hecho estudios sobre el uso silvo-pastoral. Aún cuando el barrenillo del pino (Dendroctonus frontalis Zimm.) constituye una seria plaga a la masa forestal, no existe ningún estudio, en todo el país, sobre el daño del insecto. De hecho, se sabe muy poco sobre las posibilidades de manejo de estos pinares.

Existen otros problemas, pero se estima que éstos son los de mayor importancia.

En el presente trabajo, se estudió el efecto del barrenillo del pino sobre la masa forestal de un bosque de pino ocote (Pinus oocarpa) y se hacen estimaciones de su crecimiento y el posible rendimiento en madera.

Se escogió este estudio de la plaga del barrenillo por ser un problema de actualidad. Posiblemente esta plaga haga desaparecer partes de los bosques atacados. Además, estos bosques, sufren una fuerte presión por parte de la población para transformarlos en pastizales. Todo esto hace necesario un estudio de su potencialidad forestal.

A fin de escoger una muestra apropiada para este estudio, se seleccionó el bosque de Yucul que se encuentra aproximadamente a 28 Kms. de Matagalpa, por carretera (ver mapa N^o 1). El bosque se estimó representativo de la zona, tanto por la naturaleza de sus árboles como por el ataque que sufre por parte del barrenillo del pino.

El área donde se hicieron los estudios es pequeña y todos los cálculos efectuados se aplican sólo a ésta. Cabe aclarar que el daño y efecto de la plaga fueron estudiados únicamente en cuanto a su relación con la masa forestal. No se han enfocado en este estudio los aspectos relacionados con la ecología y biología del propio insecto. A pesar de estas limitaciones, se espera que este trabajo pueda servir como guía para calcular el daño del Dendroctonus frontalis en la parte nor-central de Nicaragua y estimar el crecimiento de estos bosques con miras a formular planes adecuados de manejo.

Las sugerencias sobre manejo, expuestas en este trabajo, revisten gran interés para otros países de Centro América que tienen problemas similares en relación al ataque de Dendroctonus frontalis.

REVISION DE LITERATURA

1. Los pinos de Nicaragua

a. Aspectos generales

La primera persona que informó sistemáticamente sobre los pinares de Nicaragua fue Belt (9) en el año 1873. Hizo descripciones botánicas de estos pinares. Después, varios autores han tratado sobre este mismo tema, entre ellos Parsons (43) y Taylor (55), quienes estudiaron los pinares de la costa atlántica y Denevan (21), que estudió la distribución y el origen de los pinares de la región nor-central.

Los pinos de la costa atlántica de Nicaragua se encuentran a la más baja latitud de América. Según Bégué (7), el límite inferior es 12° 10' de latitud norte.

En el país, el área cubierta con pinos se estima en 800000 Ha. de las cuales 630000 Ha. se encuentran en la costa atlántica (57, 58). En esta área, la especie dominante es el Pinus caribaea Morelet, que forma sabanas arboladas con poco volumen por Ha. Según resultados preliminares del inventario forestal hecho por la FAO (aún inconcluso), tienen un promedio de 9,67 m³. por Ha., con variaciones de 7 a 36 m³. por Ha. El D.A.P. mínimo usado en este inventario fue de 14 cm. *.

En la parte nor-central, el área cubierta de pinos es de 170000 Ha. y la especie dominante es el Pinus oocarpa. Los pinos

* Dato suministrado por el Dr. H. H. John, de la misión FAO en Nicaragua (marzo de 1966).

de esta región se pueden encontrar hasta a unos 12º 50' de latitud norte (21). Esta zona será tratada más adelante.

b. Composición florística de los pinares de la región central

La composición florística de estos pinares, ha sido descrita por varios autores (7, 21, 56). En este trabajo, se anotaron algunos aspectos de esta composición.

El Pinus oocarpa domina la masa forestal en un 90%. También se pueden encontrar Pinus caribaea y Pinus pseudostrobus Lindley, distribuidos el primero en las partes más bajas y el segundo en la parte más alta, según anotan varios autores (4, 21, 26). Sin embargo, en el bosque de Yucul, no se encontraron ejemplares de las dos últimas especies.

Los pinos se encuentran asociados con varias especies de árboles latifoliados, entre ellos: Quercus sp. (Quercus aaata Mull., Q. breneessii Trel., Q. peduncularis Née, Q. matagalpana Trel., Q. eugeniaefolia Liebm., Q. sapotaefolia Liebm., entre otros), Liquidambar styraciflua L., Styrax polianthus Perk., Lysiloma multifoliatum B. & R. y Acacia pennatula (Schlecht. & Cham.) Benth. (54, 56). Ocurren con menos frecuencia Arbutus xalapensis H.B.K., Byrsonima crassifolia (L.) DC., Cecropia peltata Linden, Miconia argentea (Swartz) DC., Mauria grandiflora M. Arg., Trema micrantha (L.) Blume y Triplaris melaenodendron (Bertol.) Standl. & Steyererm (54, 56).

En el sotobosques se encuentran arbustos, zacates y helechos.

Los arbustos más comunes son: Archibaccharis asperifolia (Benth.) Blake., Buddleia americana L., Calea integrifolia (DC) Hemsl., Cestrum panamense Standl., Conostegia xalapensis (Bonpl.) (Bonpl.) D. Don., Eupatorium odoratum L., Melanthera hastata Michx., Mimosa albida Humb. & Bonpl., Myrica cerifera L., Psidium guajava L., Solanum hispidum Pers., Vernonia leiocarpa DC. y Vernonia patens H.B.K. (56).

Entre los zacates introducidos, cabe mencionar Jaragua (Hyparrhenia rufa) y otros (Panicum spp.). Entre los pastos naturales se encuentran varias especies de los géneros Andropogon y Paspalum (21, 56).

Los helechos tienen áreas limitadas, aún cuando a veces dominan el sotobosque.

Adheridas a los árboles, se encuentran numerosas epífitas, especialmente del género Tillandsia (7)..

c. Posible vegetación climax de los pinares de la región central

Es difícil dar un bosquejo de la vegetación posible, si esta zona no estuviera afectada por los incendios periódicos.

Según la clasificación de Holdridge (29), éste sería un bosque húmedo, de la región latitudinal tropical, del piso altitudinal Premontano; tendría abundantes especies de latifoliadas en el dosel superior, principalmente Terminalis chiriquensis Pittier, Zexmenia frutescen (Mill.) Blake, Vismia mexicana Schl., Psidium sp., Ficus sp., plantas de las familias Palmaceae, Lauraceae y Leguminosae, principalmente Inga spp.. Varias plantas de las familias

Melastomaceae, Piperaceae, algunos helechos y pequeñas palmas formarían el sotobosque (56). Es posible encontrar sobre los árboles abundantes epífitas.

Si en estos bosques no interviniera el fuego, la sucesión haría que se transformen en bosques de abundantes especies en vez de ser dominados por el pino. La sucesión puede transformarlos en comunidades de robles o liquidambar y éstas comunidades se transformarían, poco a poco hasta llegar al bosque climax (14, 30, 56).

d. Efecto del fuego en los pinares de Nicaragua

Los pinares de Nicaragua se encuentran afectados por los fuegos periódicos. Estos evitan que los pinares cambien a otra vegetación (54). Están tan adaptados a esta condición, que Aubréville (3) llama a estos pinares formaciones aberrantes. Se sabe que los fuegos usados como práctica silvicultural evitan que los pinares cambien a otra vegetación y también reducen la densidad del sotobosque (30, 56). Sin embargo, este no es el caso en Nicaragua, donde los fuegos se encienden por otras razones, principalmente con el fin de favorecer la ganadería. *

Los fuegos periódicos pocas veces alcanzan grandes proporciones, aunque pueden abarcar grandes áreas. Casi siempre avanzan a ras del suelo y no destruyen árboles grandes. En caso de que haya bastante materia orgánica acumulada, el incendio puede alcanzar proporciones mayores y destruir árboles grandes. Se sabe que los rodales jóvenes de Pinus caribaea en Honduras Británica, resisten a los fuegos periódicos después de cinco años de edad (37). *

Taylor (54, pág. 139), menciona un cambio de comunidades de pinos a comunidades de robles (Quercus spp.) por acción del fuego. Este es un caso especial, ya que el mismo Taylor (56) y la mayoría de autores, opinan que el fuego evita que las comunidades de pinos desaparezcan por la sucesión (3, 30).

• Características del Pinus oocarpa Schiede

El Pinus oocarpa Schiede es un árbol conocido en México y América Central como pino ocote o simplemente ocote. Otros nombres comunes son: pino prieto, pino colorado y pino avellano (22, 36). En el comercio mundial se conoce como Pitch Pine (22).

a. Distribución de la especie

Esta especie se encuentra en México, Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras y Nicaragua (17, 35, 42).

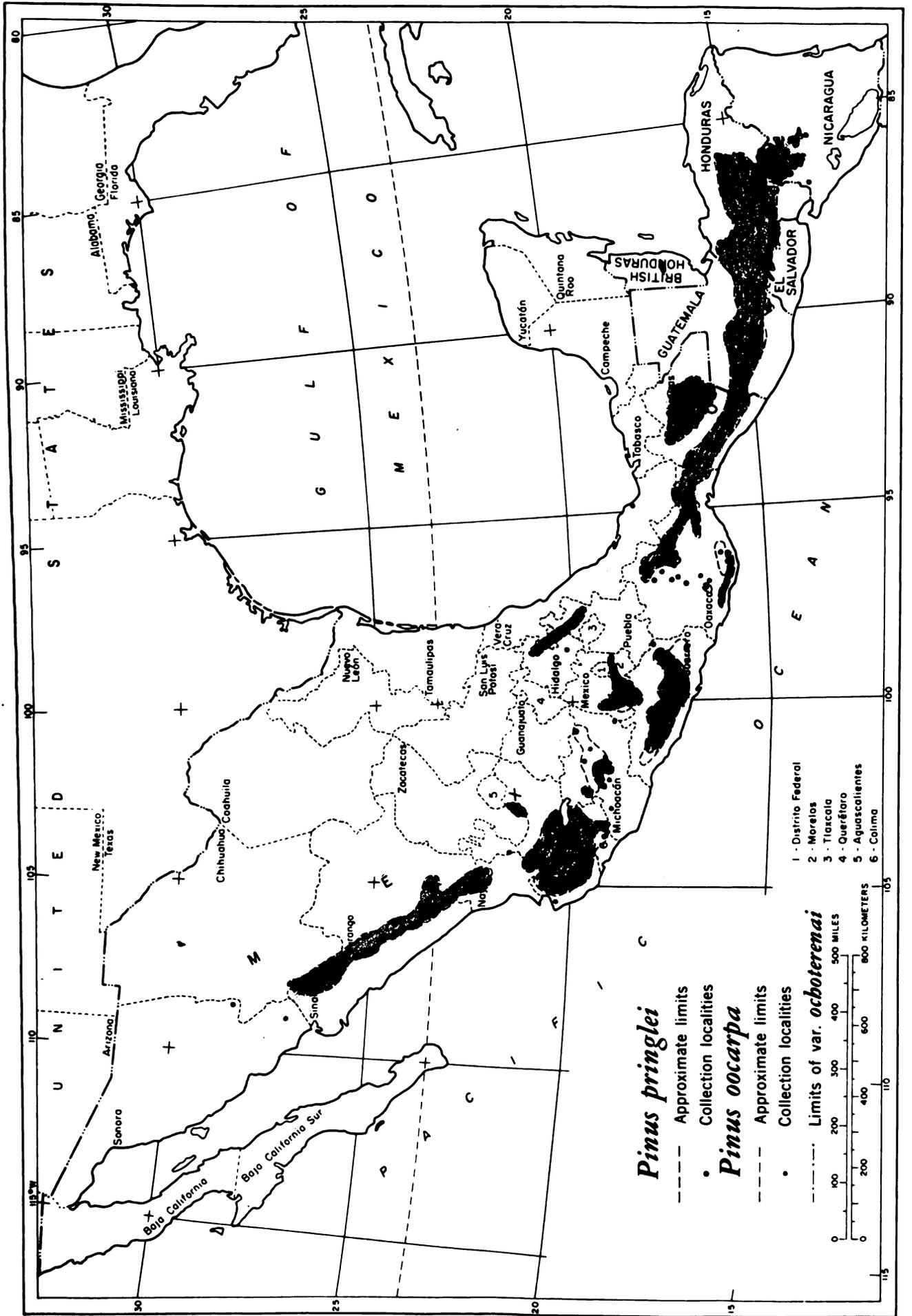
Esta amplia distribución puede apreciarse en el mapa publicado por Critchfield y Little (18) (ver mapa N^o 2).

b. Características botánicas

Las características botánicas del Pinus oocarpa fueron descritas por Schiede, mencionado por Shaw (50). También otros autores, entre ellos Loock (35), se han ocupado de este tema. Martínez (36) describe cuatro variedades de este pino: microphylla, manzanoi, ochoterenai y trifoliata.

Las características botánicas más importantes se detallarán a continuación.

Las hojas se presentan aglomeradas en grupos de cinco, raras veces tres o cuatro, con una longitud de 17 a 30 cm., pero normal-



MAPA No 2. Distribución de *Pinus oocarpa* según Critchfield y Little (18)

mente miden de 22 a 25 cm.; la sección transversal es triangular, presentando un color verde-claro brillante. Son ásperas al tacto y los bordes ligeramente aserrados. Se encuentran unidas por una vaina persistente, de color oscuro, de 2 a 3 cm. de longitud y escamas acuminadas (36, 39, 50).

Los conos son de color ocre o verdoso opaco, tienen forma ovoide, a veces son ligeramente cónicos. Miden de 4 a 12 cm. de largo y de 4 a 7 cm. de ancho, con un ancho máximo de 10 cm. cuando se encuentran abiertos. En este estado, la relación de largo a ancho es menor que para conos de otras especies. Se encuentran unidos al árbol por un pedúnculo de 2 a 3 cm. de largo, que permanece adherido al cono cuando se desprende del árbol.

Los conos permanecen adheridos al árbol, a veces por más de 2 años (36, 39). Esto constituye una importante ayuda para identificar esta especie, aún desde lejos.

Las semillas son pequeñas, alargadas, oscuras, con una longitud aproximada de 7 mm. El ala mide aproximadamente 8 mm. La recolección de semillas viables se hace durante los meses de marzo, abril y mayo (42).

En la edad madura el árbol tiene el fuste recto, terminando en una copa ancha y ramificada. La corteza es de color marrón, escamosa con fisuras longitudinales. Alcanza una altura de 30 a 35 m., con un D.A.P.* de 90 cm. o más; normalmente la altura es de 20 a 25 m. y el D.A.P. de 40 a 60 cm. (36, 42, 44).

* D.A.P. es Diámetro a la Altura del Pecho, o sea 130 cm. del suelo.

c. Características ecológicas

En forma natural se encuentra en la faja premontano y montano bajo, en las formaciones bosque seco y bosque húmedo (40), según la clasificación de Holdridge (29).

La literatura menciona diferentes rangos de alturas sobre el nivel del mar, en las cuales se encuentra la especie (4, 26). La altitud mínima encontrada por el autor y un grupo de dasónomos, es de aproximadamente 200 m. sobre el nivel del mar en el Estado Chiapas (México) cerca de Arriaga. La altura máxima anotada es 2700 m. sobre el nivel del mar (37). Su mayor ocurrencia en Honduras es entre las altitudes de 500 hasta 1400 m. sobre el nivel del mar (44).

Con respecto temperatura media anual, en la cual se encuentra en forma natural, se mencionan diferentes rangos. Según Cianciulli (17) 16 a 24°C y según Aung Din (4) 19,5 a 24°C. Flinta (22) menciona una temperatura de 10 a 21°C y con una mínima de 4°C sin heladas. Sin embargo, es posible que en elevaciones de 2000 m. o más, existan lugares con heladas.

Las zonas en las cuales se presenta esta especie reciben una precipitación que varía entre los 600 y 2200 mm., normalmente entre 800 y 2000 mm. (22, 36).

d. Brotaciones

Este pino tiene la facultad de emitir brotes en su temprana edad, pero esta característica se ha estudiado poco.

En muchos de los bosques naturales se encuentran brotes en árboles jóvenes o delgados, especialmente cuando se ha cortado el árbol o ha sido destruída la parte superior por efecto de las quemas (49). Estos brotes aparentemente no alcanzan ningún desarrollo que sería de interés y no se aprovechan como madera.

e. Madera

La madera es suave, con una textura fina y uniforme, aunque es frágil; su coloración es amarillenta (22, 35). Ensayos industriales con muestras procedentes de Honduras (44), muestran los siguientes resultados:

Longitud de la fibra	5,7 mm.
Contenido de α -celulosa	51,25 %
Contenido de lignina	27,2 %

La madera se utiliza en construcciones, carpintería y durmientes; también se puede usar para hacer papel de periódico, papel kraft y papel de escribir, usando los métodos conocidos (22, 44). El árbol produce abundante resina (22) y ésta se aprovecha industrialmente en Honduras, Guatemala y principalmente en México.

f. Manejo de rodales de Pinus oocarpa en Centro América

En la literatura analizada se encontraron pocos datos sobre el manejo de Pinus oocarpa en Centro América y México. Se describe el método usado en México para el cálculo del volumen explo- table, ciclo de corta e intensidad de corta en bosques naturales que incluyen este pino, bosques en proceso de ordenación y bosques ordenados (15, 16). Además, se hace una apreciación sobre el cos- to de plantaciones de pinos en El Salvador (14).

Se estiman costos de producción y posibles áreas para usar como unidades de manejo en bosques de Pinus caribaea del Petén, Guatemala (31), estimándose el costo de explotación en \$49,64 U.S. por millar de pies tablares cortados y puestos en el barco para la exportación (FOB).

g. Plantaciones

Según Dallimore y Jackson (19), antes de 1923 no se encontraban en el mundo plantaciones de Pinus oocarpa. Actualmente se encuentra plantado en Argentina, Brazil, Estados Unidos, Kenya, Sur Africa, Uganda y Venezuela (5, 6, 33, 46). Poynton (45, 46) y Loock (35), mencionan datos sobre el crecimiento en diferentes plantaciones africanas.

3. La plaga del Dendroctonus

a. Origen del ataque

Los insectos del género Dendroctonus se encuentran normalmente en los bosques de coníferas. Su número se mantiene reducido debido a diversos controles naturales. Cuando hay alteraciones en el medio ambiente, puede aumentar el número de insectos y llegar a constituir una seria plaga con características de epidemia (2). Este fue posiblemente el caso en el sector que aquí interesa. La epidemia se observó primero en Olancho (Honduras), en el mes de octubre de 1962, a aproximadamente 256 Km. al norte de Yucul. En el mes de abril de 1963, se encontraba activa a 246 Km. de Yucul y cubría un área considerable de Honduras; en febrero de 1964 se encontraba activa a 140 Km. de Yucul (1, 23).

No se conoce la fecha exacta del comienzo del ataque de Dendroctonus en el área estudiada, pero el 9 de agosto de 1964, se encontraba en toda la región de Yucul, un total de 7 focos, con 5,5 Ha. atacadas*.

b. Agente causante del daño

Según Ordish (41) hay dos agentes causantes de esta plaga, Dendroctonus mexicanus y Dendroctonus mexicans, pero ésto parece muy improbable y en vista de que el autor no cita las fuentes de referencia, la mención de dos especies tan afines en su ortografía, posiblemente se deba a errores tipográficos en las publicaciones consultadas. La misión AID en Honduras que contó en su seno con destacados entomólogos, menciona que el principal causante es el Dendroctonus frontalis (8), que generalmente se considera sinónimo de Dendroctonus mexicanus Hopk. (8, 11), pero el nombre D. frontalis es el más común.

Es un insecto de la familia Scolytidae, de tamaño pequeño, aproximadamente 4 mm. de largo y 1,5 mm. de ancho. Tiene color oscuro; la cabeza está oculta en el pretórax; las antenas tienen forma de mazo y las tibias son dentadas. Con las tibias, los adultos perforan los árboles, formando una red de galerías entre la corteza y el cambium, la cual es característica de este insecto (27, 48).

Las larvas son de color blanco, encorvadas; viven entre la corteza y el cambium y se alimentan generalmente de la zona generatriz del árbol (38, 48).

* Dato suministrado por J.C. Moya, Inspector Forestal de Matagalpa (enero de 1966).

Los huevos son pequeños, de forma oval y colores claros. Las hembras depositan de 70 a 125 huevos en pequeñas hendiduras dentro de las galerías. El número de generaciones en el año varía; en el caso de Honduras se encontraron 15 generaciones en 18 meses, lo que se considera excepcionalmente alto (11). Es posible que el resultado de 15 generaciones en 18 meses sea producto de experimentos en el laboratorio y que en el campo el número de generaciones sea menor debido a los controles naturales ejercidos por factores climáticos y biológicos.

c. Ataque del Dendroctonus frontalis

Los insectos penetran en el árbol y perforan galerías, destruyendo así la corteza y la zona del cambium. Los árboles atacados segregan resina como una forma de defensa; a veces ésto da resultado y así logran repeler el ataque (27).

El Dendroctonus en si produce poco daño a la madera, pero las plagas posteriores al ataque inicial son las verdaderas destructivas (41). Favorece en especial, el desarrollo del hongo que produce la mancha azul (Cerastostomella pini) (38). Al respecto Smith (51) explica que "... el gorgojo en si no causa la muerte del árbol, pero carga las esporas del hongo de la mancha azul dentro del árbol y este hongo crece y corta el flujo en una a tres semanas. El hongo descolorea la albura en la parte externa del árbol, aún antes de que las agujas del árbol se tornen completamente rojizas...". Este hongo afecta la apariencia de la madera, pero no así las características mecánicas.. De hecho, la madera manchada por el hongo, se ha recomendado para construcciones y otros usos (1, 51).

MATERIALES Y METODOS

1. Características del área seleccionada para el estudio

a. Localización y extensión

El bosque de Yucul se encuentra en la Comarca El Horno, Departamento Matagalpa. El pinar estudiado ocupa una superficie de 211 Ha. y se encuentra entre las siguientes coordenadas geográficas: de 12º 54' a 12º 55' de latitud norte y de 85º 45' a 85º 47' de longitud oeste*. Se encuentra enclavado en el Escudo Central, en las estribaciones de la Cordillera Dariana (56) y desagua en la vertiente del atlántico (ver mapa N° 1).

b. Altitud

Las altitudes del pinar varían entre 900 y 1200 m. sobre el nivel del mar*.

c. Clima

No es posible definir con precisión el clima de la zona, debido a la ausencia de estaciones meteorológicas dentro del mismo bosque. Para dar una idea del clima general, se usaron los datos de cuatro estaciones meteorológicas**, cercanas a Yucul (ver cuadro N° 1), todas situadas en el mismo sistema montañoso y en la vertiente atlántica.

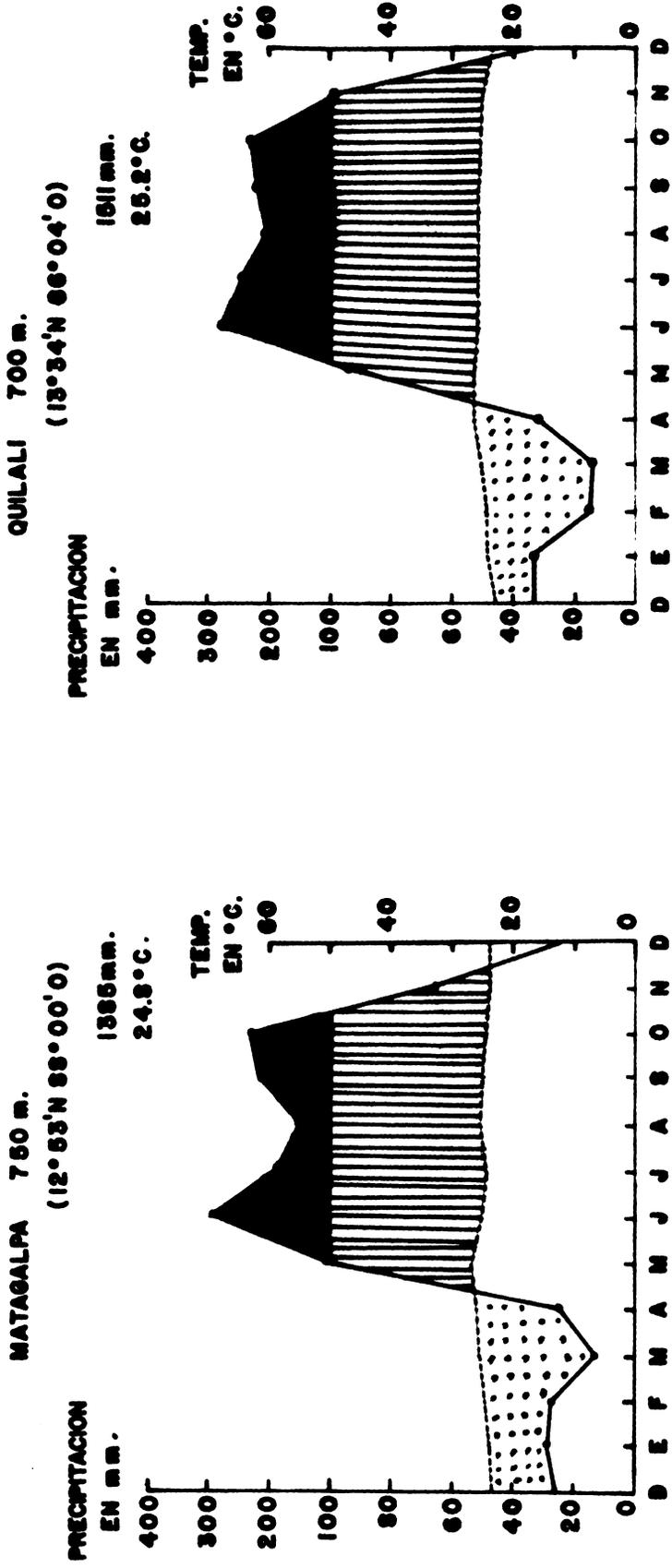
En los gráficos N° 1 y N° 2, se pueden apreciar las condiciones existentes en las estaciones. Estos gráficos están basados

* Datos tomados de los mapas N° 3054 I (Matagalpa) y N° 3054 IV (Pan-casán), compilados en 1961 por el Ministerio de Fomento de Nicaragua.

** Datos suministrados por el Ministerio de Defensa de Nicaragua (enero de 1966).

GRAFICO N°1

CLIMADIAGRAMAS DE DOS ESTACIONES CERCANAS A YUCUL



TEMPERATURA -----
PRECIPITACION —●—

■ MUY LLUVIOSO ▨ INTERMEDIO ▤ ECO-SECO

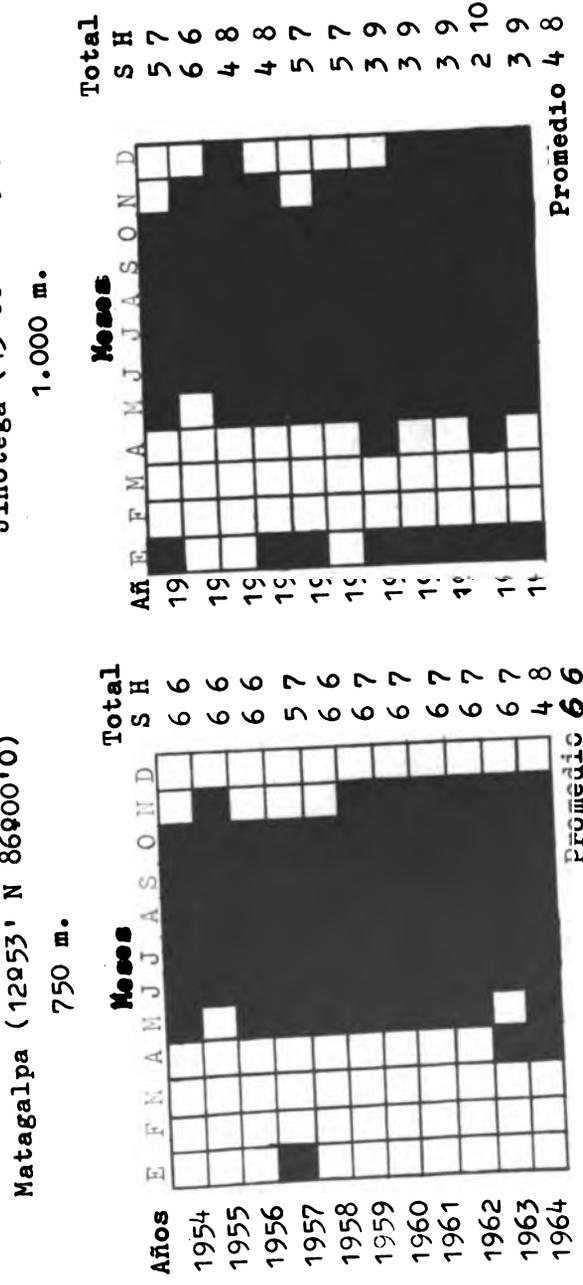
Gráficas NO 2

Diagramas de cuatro estaciones cercanas a Yucul, basados en la fórmula de Gauss.

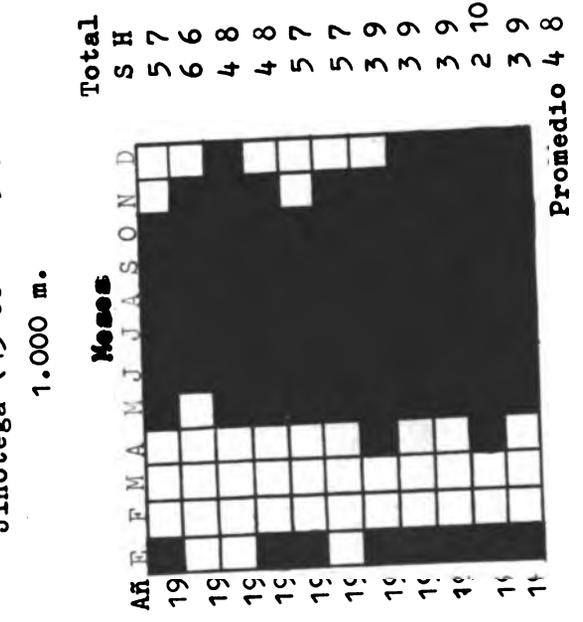
P = Precipitación en milímetros
T = Temperatura media en grados centígrados.

Mes húmedo = P > 2 x T

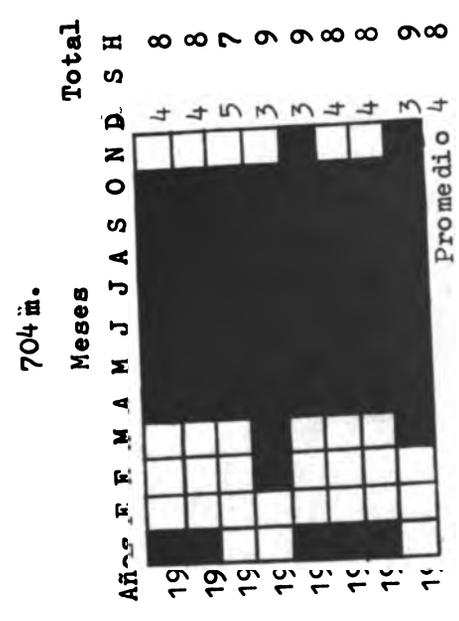
Matagalpa (12053' N 86000' O)
750 m.



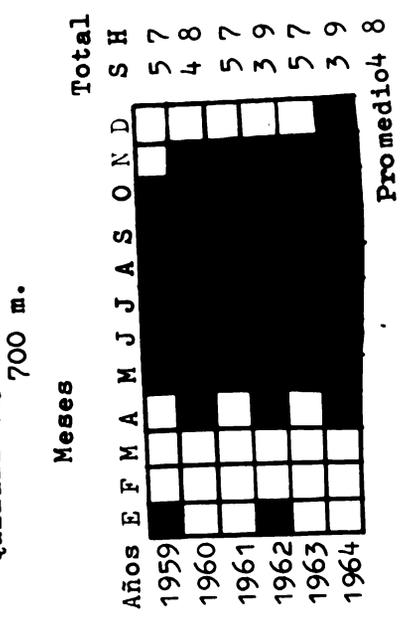
Jinotega (13006' N 85959' O)
1.000 m.



La Reina (12045' N 85045' O)
704 m.



Quilalí (13034' N 86004' O)
700 m.



☐ = Mes Seco = S
☐ = Mes Húmedo = H

Cuadro No 1. Estaciones meteorológicas cercanas a Yucul.
 Datos suministrados por el Ministerio de Fomento* y el Ministerio de Defensa de Nicaragua**.

Nombre de la estación	Latitud norte	Longitud oeste	Distancia aproximada a Yucul en kilómetros y en línea recta	Altitud en metros sobre el nivel del mar
Jinotega	13º 06'	85º 59'	28	1000
Matagalpa	12º 53'	86º 00'	18	750
Quilalí	13º 54'	86º 04'	45	700***
La Reina	12º 45'	85º 45'	4	704

* Datos tomados de los mapas No 3054 I (Matagalpa) y No 3054 IV (Pancasán) compilados en 1961 por el Ministerio de Fomento de Nicaragua.

** Datos no publicados

*** Dato inseguro

en el principio de Gausson (25) y usando la técnica de representación de Walter y Lieth (60).

En las cuatro zonas estudiadas existen de 7 a 8 meses húmedos en el año y 4 a 5 meses ecosecos. El mes ecoseco tiene menos precipitación en mm. que el doble de la temperatura en $^{\circ}\text{C}$ (25). Siete de los meses húmedos ocurren entre mayo y noviembre inclusivos; el otro puede ser enero, abril, diciembre o estar ausente. Los restantes serán meses ecosecos (ver cuadros N $^{\circ}$ 2, 3, 4, 5).

La precipitación media de estas cuatro estaciones es de 1425 mm. al año; la anotada para Yucul en el mapa de pluviosidad de Nicaragua (57) es de 1524 mm. anuales.

A base de estos datos, puede especularse que Yucul tiene una precipitación un poco mayor que 1500 mm., los que están repartidos en 7-8 meses húmedos.

La temperatura media anual se calculó usando una diferencia de 0,55 $^{\circ}\text{C}$ por 100 m. de diferencia en altitud (12) y tomando a Matagalpa como guía (ver cuadro N $^{\circ}$ 6). Esto da una temperatura media anual para Yucul de 21,8 a 24 $^{\circ}\text{C}$, debido a que los límites de altitud en este bosque son de 900 a 1200 metros sobre el nivel del mar. En Matagalpa la diferencia entre el mes más frío y el mes más caliente es de 2,9 $^{\circ}\text{C}$.

d. Geología

El material geológico de esta región, tuvo origen volcánico en el período terciario. Las principales rocas ígneas que se pueden observar son: Basalto, Andesita y Porfirita (20, 21).

Cuadro N^o 2. Precipitación mensual de Quilalí. Datos en milímetros.
 Datos no publicados, suministrados por el Ministerio de Defensa de Nicaragua.

AÑO	MESES												Total
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	
1959	51	34	40	16	105	146	206	211	167	218	22	20	1236
1960	31	42	4	106	76	297	186	172	149	201	128	31	1423
1961	26	17	17	7	81	263	240	154	239	189	165	38	1436
1962	58	3	3	58	70	378	196	200	353	298	96	35	1749
1963	42	11	26	6	84	247	175	131	210	204	121	27	1384
1964	25	3	0	50	121	254	367	384	251	253	90	62	1860
Promedio* 34	15	15	14	31	95	274	245	212	226	232	99	34	1511

* Promedio de 8 años, 2 años con datos incompletos

Cuadro No 3. Precipitación mensual de Matagalpa. Datos en milímetros.
 Datos no publicados, suministrados por el Ministerio de Defensa de Nicaragua.

AÑO	MESES												Total
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	
1954	31	4	1	19	249	412	183	114	489	219	11	13	1745
1955	16	18	8	18	23	130	311	184	322	483	51	37	1601
1956	2	31	33	1	134	245	157	86	161	103	32	21	1006
1957	79	14	23	0	112	100	96	104	289	175	36	10	1038
1958	14	3	2	1	241	411	308	111	209	103	49	7	1459
1959	26	18	9	3	89	312	94	275	205	229	69	8	1337
1960	26	3	18	21	225	184	168	282	186	315	63	7	1498
1961	32	18	10	3	126	276	195	171	135	382	207	54	1609
1962	47	3	0	2	76	486	248	170	167	360	50	44	1653
1963	48	7	14	111	25	182	119	65	242	165	108	7	1093
1964	11	5	4	128	50	457	158	152	124	223	63	35	1410
Promedio* 28	12	11	11	26	123	287	185	156	228	239	66	24	1385

* Promedio de 13 años, 2 años con datos incompletos.

Cuadro Nº 4. Precipitación mensual de Jinotega. Datos en milímetros.
 Datos no publicados, suministrados por el Ministerio de Defensa de Nicaragua.

AÑO	MESES												Total
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	
1954	48	8	2	27	251	392	174	87	339	260	37	15	1640
1955	14	29	14	4	23	102	237	134	302	560	65	46	1530
1956	15	46	1	0	176	317	109	122	97	107	65	80	1134
1957	83	15	11	1	122	84	103	102	171	277	49	45	1063
1958	57	3	2	0	277	193	231	88	51	166	45	29	1142
1959	32	30	37	4	62	234	76	136	64	134	58	16	883
1960	46	14	15	60	63	132	233	226	203	238	87	57	1374
1961	65	47	15	3	105	284	188	129	160	335	227	83	1641
1962	70	24	1	4	76	320	218	133	187	276	67	50	1426
1963	83	35	23	67	97	74	111	94	131	103	136	16	970
1964	15	26	0	23	41	270	124	87	156	264	50	59	1115
Promedio* 45	25	25	10	16	122	211	155	125	159	234	77	49	1228

* Promedio de 14 años, 3 años con datos incompletos

Cuadro N^o 5. Precipitación mensual de La Reina. Datos en milímetros.
 Datos no publicados, suministrados por el Ministerio de Defensa de Nicaragua.

AÑO	MESES												Total
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	
1957	110	14	1	5	162	193	178	106	346	360	165	32	1697
1958	58	0	1	9	340	308	288	135	128	174	62	22	1625
1959	49	26	41	13	110	125	107	127	137	240	133	17	1145
1960	43	8	146	66	84	230	216	314	140	304	165	9	1726
1961	51	28	9	16	131	298	242	188	130	288	182	69	1632
1962	58	17	0	5	56	468	315	219	320	303	57	49	1767
1963	53	23	35	31	63	237	134	103	289	176	146	19	1309
1964	24	6	10	148	197	493	151	190	240	324	96	66	1995
Promedio* 43	23	23	27	31	172	287	191	181	210	265	103	42	1575

* Promedio de 14 años, 6 años con datos incompletos.

Cuadro Nº 6. Temperatura media mensual de Matagalpa y Quilalí en °C. Datos suministrados por el Ministerio de Defensa de Nicaragua.

Meses	Matagalpa altitud 750 metros sobre el nivel del mar	Quilalí altitud 700* metros sobre el nivel del mar
Enero	23,6	24,0
Febrero	24,0	24,3
Marzo	25,2	24,9
Abril	26,1	26,1
Mayo	26,4	26,7
Junio	25,1	25,8
Julio	24,9	25,3
Agosto	25,3	25,6
Setiembre	25,0	25,8
Octubre	24,5	25,7
Noviembre	23,7	25,1
Diciembre	23,5	23,4
Promedio**	24,8	24,2

* Dato inseguro

** Estos datos nos parecen anormalmente altos para las elevaciones de Matagalpa y Quilalí, pero son los únicos de que se disponen actualmente.

e. Suelos

En su mayoría, los suelos se presentan en zonas de topografía irregular. Son de poco espesor, pedregosos, de buen drenaje, con poca materia orgánica, de baja fertilidad y de un color rojizo.

Frecuentemente se puede observar afloramientos de roca madre (21).

Taylor (54) hace la siguiente descripción:

De 0 a 7,6 cm. Suelo franco, pardo rojizo oscuro, de estructura granular pequeña o moderada cuando está seca.

De 7,7 a 51 cm. Arcilla cascajosa roja mezclada con material matriz poco descompuesto.

f. Aspectos de la vegetación en Yucul

El Pinus oocarpa domina la masa forestal. Debido al rango de altitud del bosque (900 a 1200 m. sobre el nivel del mar) es posible que se encuentre Pinus pseudostrobus (26). pero el autor no encontró ningún ejemplar de esta especie.

Los pinos a veces se encuentran asociados con Quercus spp. Para este rango de altitud, las especies predominantes son: Quercus aaata y Quercus brenessii (54). La especie Liquidambar styraciflua se encuentra sola o formando pequeños grupos dentro del bosque.

Se encontró mayor incidencia de Liquidambar styraciflua en la parte norte. Los Quercus spp. dominaban la parte sur (ver mapa N^o 3).

Especies como Styrax polianthus, Lysiloma multifoliatum y Byrsonima crassifolia se encuentran en forma casual; esta última especie se notó mayormente en lugares donde el pastoreo es más intenso.

Los principales arbustos encontrados son: "Zarza" (Mimosa albida ?) y "Huesito" de la familia de las Compositae.

De los pastos el único que se identificó fue Hyparrhenia rufa. También se encontraron helechos.

g. Tenencia y uso de la tierra

Los terrenos pertenecen a la comunidad indígena de Yucul. Esta ha vendido sus derechos a particulares, los cuales pagan un impuesto de arriendo y actúan como legítimos dueños.

Estos terrenos siempre han permanecido bajo bosque, aunque el área disminuye poco a poco, debido a que por el aumento de la población se habilitan pinares para potreros.

El pasto que crece en el sotobosque, es usado por los ganaderos para alimentar el ganado; a veces mejoran la calidad del pasto sembrando zacate jaragua (Hyparrhenia rufa).

h. Política forestal sobre estos terrenos

La Dirección General de Recursos Renovables, por medio de su oficina en Matagalpa, limita la explotación de este bosque; se necesita un permiso especial para poder extraer madera, actualmente se explota desde aproximadamente 1964, pero los permisos de explotación sólo cubren árboles atacados o muertos. Sin embargo, dentro del bosque se encuentran plantaciones de café y agricultura migratoria. Esto demuestra que la administración no ha logrado un control adecuado.

i. Población

Los propietarios permiten que vivan en sus fundos campesinos que les sirven de peones y les permiten que hagan pequeños desmontes para fines agrícolas. A veces alquilan los terrenos.

Dentro del área muestreada se encontraron 6 viviendas. Suponiendo 6 miembros por vivienda, se encuentran un total de 36 personas viviendo en el área del bosque.

2. Delimitación del área y superficie

La delimitación del área de estudios se hizo sobre el terreno, para lo cual se recorrió el área cubierta de pinos y se seleccionó una muestra, lo más representativa, del bosque de Yucul.

Se usaron como referencia las carreteras, los ríos y los cerros Chompipe, Coscuero y Esquirín.

Se seleccionó para el estudio una muestra de unas 211 Ha.

Al principio se trató de delimitar el área por medio de fotografías aéreas. Se consiguieron fotos con escala 1:60000 en la oficina de cartografía del Ministerio de Fomento de Nicaragua, pero éstas, por ser poco claras, no permitieron la identificación del bosque.

Por medio de la oficina de cartografía de Nicaragua, se obtuvieron dos mapas topográficos que abarcan la zona (mapas N^o 3054 I (Matagalpa) y 3054 IV (Pancasán) compilados en 1961). Los mapas fueron hechos a base de las mismas fotografías, con las que se trató de delimitar el área. La escala de los mapas es de 1:50000. Con estos mapas y los datos de campo, se pudo delimitar el área y hacer otros mapas con escala mayor (ver mapa N^o 3 y N^o 4); para ésto se usó un proyector opaco.

3. Cálculo de la masa forestal

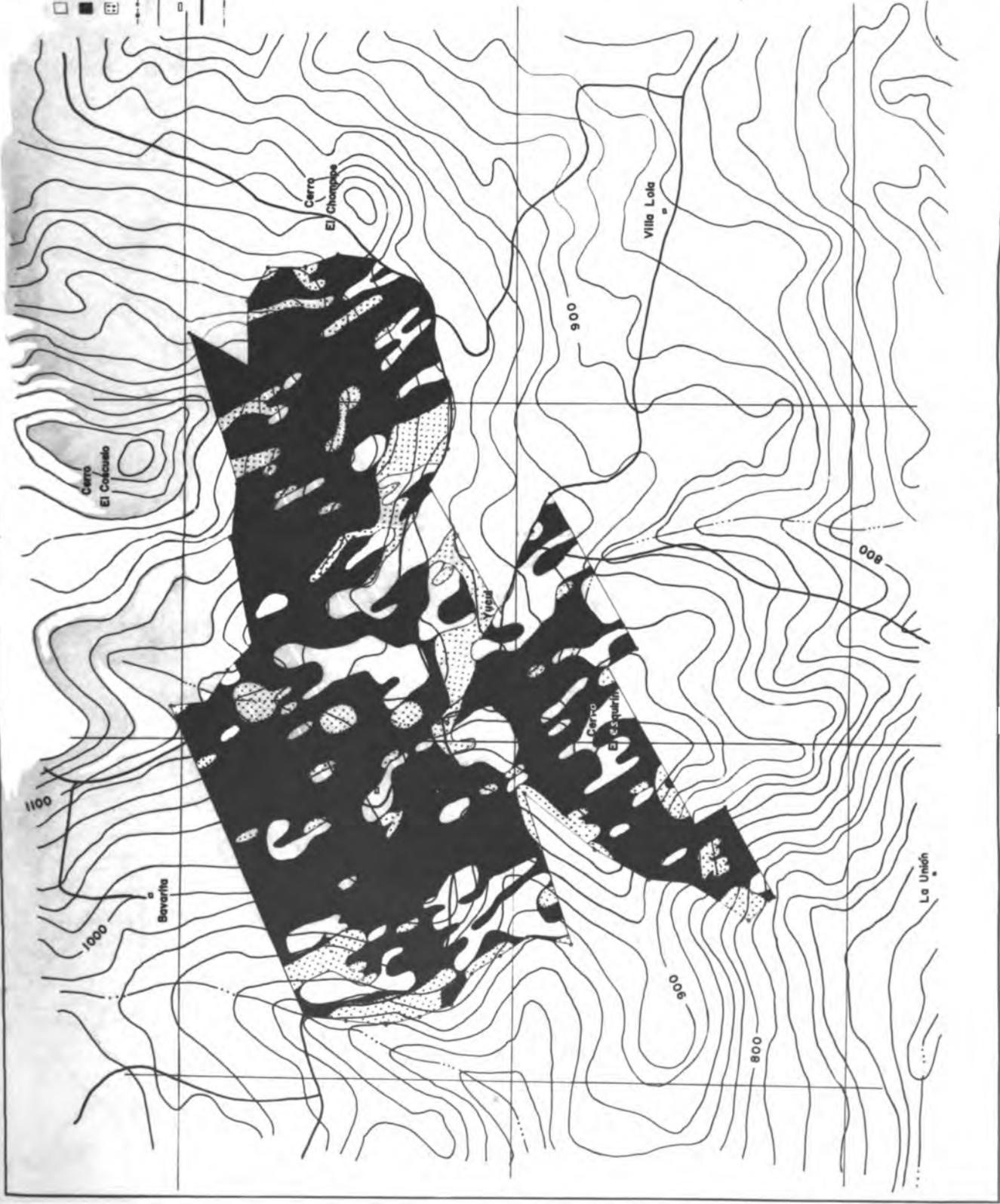
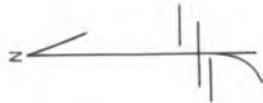
a. Apreciación de la masa forestal

La apreciación de la masa forestal se hizo por inventario y se usó el método de muestreo sistemático, descrito por varios au-

MAPA DE VEGETACION
DOMINANTE

- PINOS VIVOS
- PINOS MUERTOS
- ▨ SIN DOMINANCIA DE PINOS
- - - LIMITE DEL AREA MUESTREADA
- CURVAS A NIVEL
- CASAS
- CARRIQUERAS
- RIOS

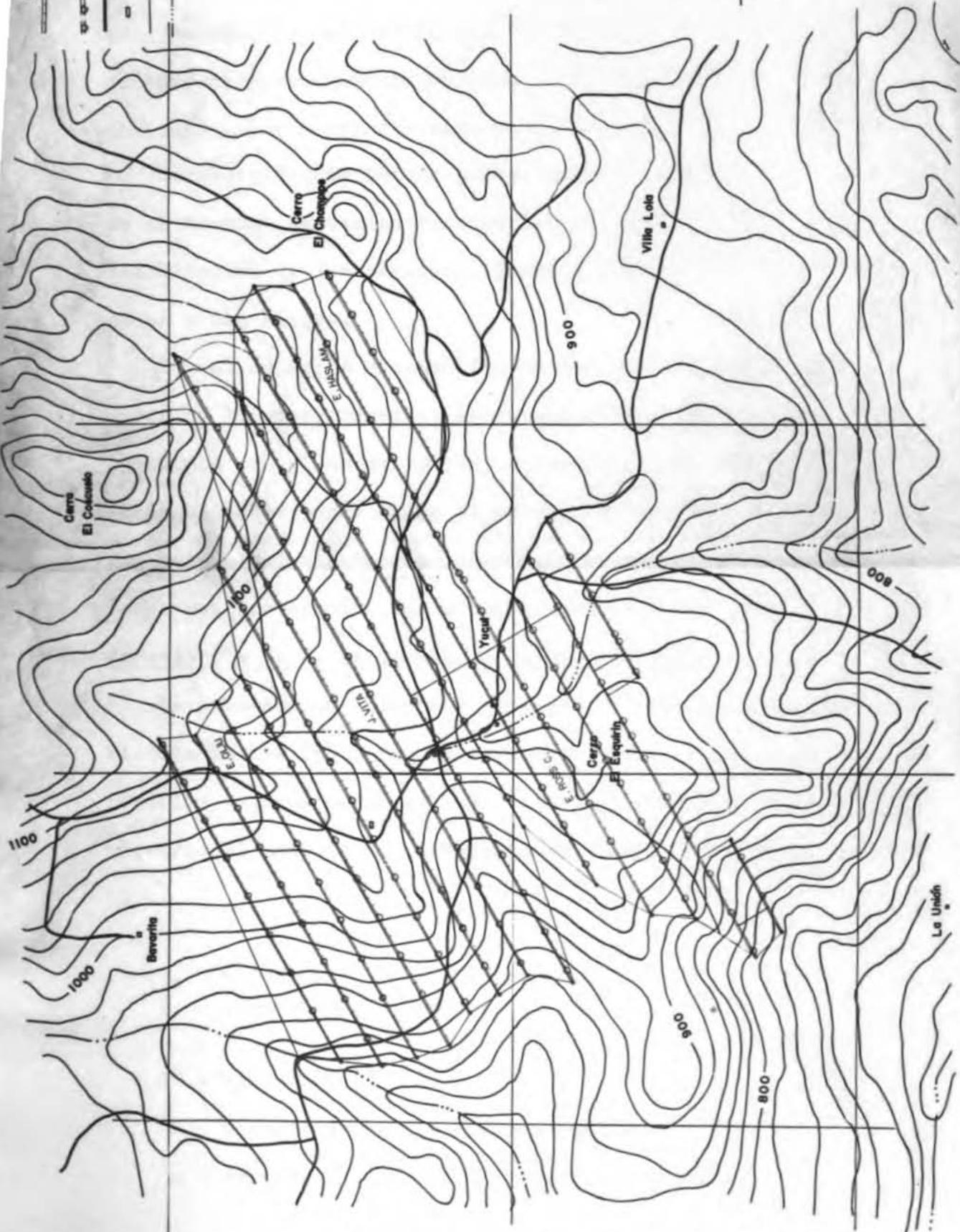
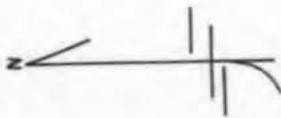
MAPA DEL
AREA ESTUDIADA
AREA: 211 Ha.
ESCALA: 1:50,000
METROS



MAPA DEL AREA DE TUCUA
INVENTARIO
 LINEAS Y PARCELAS DEL
 INVENTARIO
 = = = = =
 CARRETERAS
 = = = = =
 CASAS
 = = = = =
 CURVAS A NIVEL

 RIOS

MAPA DEL
 AREA ESTUDIADA
 AREA: 21 Ha.
 ESCALA: 1:5000
 1:5000
 0 100 200 300



MAPA N° 4

tores (10, 32). En este tipo de muestreo se miden los árboles que componen la masa forestal, en una parte del mismo bosque, siguiendo un procedimiento uniforme. El área escogida y el procedimiento usado serán descrito posteriormente.

Se escogió este método porque permite estimar la distribución en el terreno de varias características del bosque, tales como: localización de las especies, áreas sin vegetación y áreas atacadas y sin ataque.

Con el muestreo sistemático se encuentran valores representativos de la masa forestal; éstos pueden ser más precisos que los obtenidos con el muestreo completamente al azar (24, 53). Sin embargo, no se puede hacer el cálculo estadístico del error estandar por faltar el elemento azar (59), pero hay métodos para obtener una apreciación del error de muestreo (32, 34).

b. Apreciación de la variación de la masa forestal

La apreciación del error estandar se estimó calculando la variación de las 856 parcelas del inventario, en una muestra de 50 parcelas seleccionadas al azar. Para esto se usó la fórmula del muestreo al azar (24). Los cálculos pueden verse en el apéndice N^o 4.

$$S^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}$$

S^2 = variación

x = valores de cada parcela o unidad

n = número de unidades de muestreo o parcelas

Para corregir el error, proveniente de no haber tomado toda el área para obtener el promedio, se multiplicó la fórmula usada por un factor de corrección para poblaciones finitas (24).

El factor es:

$$f = 1 - \frac{\text{Area muestreada}}{\text{Area total}}$$

Obtenida la apreciación del error estandar, se hizo el cálculo del error de muestreo, con un 95 % de confianza.

Se usó la fórmula siguiente (59):

$$\mu = \bar{x} \pm s\bar{x} \cdot t$$

μ = promedio de población

\bar{x} = promedio de las muestras

$$s\bar{x} = \text{error estandar} = \sqrt{\frac{s^2}{n}}$$

$s\bar{x}t$ = error de muestreo

n = número de muestras

t = factor de la tabla t de Student para la probabilidad de discrepancia entre μ y \bar{x} .

c. Consideraciones previas al cálculo de la masa forestal

Antes de iniciar el inventario, se establecieron las siguientes normas:

1) D.A.P. mínimo

Se tomaron en consideración solamente los árboles mayores de 10 cm. de D.A.P. (Diámetro a la Altura del Pecho).

2) Categoría diamétrica

Se usaron categorías diamétricas de 5 cm., usadas en el Programa Forestal del I I C A (5-9,9, 10-14,9, etc.).

3) Clases de grosor

Las categorías diamétricas se agruparon en clases de 20 cm. (10 a 19,9, 20 a 39,9, etc.), también usadas en el Programa Forestal del J I C A .

4) Especies por inventariar

Se tomaron en consideración todas las especies y se agruparon en tres grupos: pinos, robles y otras especies.

5) Unidades usadas

Todas las medidas fueron hechas en base del sistema métrico decimal.

6) Método de cubicación de los árboles

Se usaron tablas diseñadas para cubicar árboles en pie en bosques de Honduras. Estas fueron diseñadas para estimar los volúmenes de Pinus oocarpa y latifoliadas que se encuentran en bosques de pinos (52, 53). En éstas tablas, el volumen está dado en función de dos variables: D.A.P. en cm. y altura total en metros.

7) Porcentaje de muestreo

Se usó el 10 % de la superficie total. Se estimó suficientemente debido al área del bosque y la apariencia regular del mismo.

8) Datos anotados en el inventario

Número dado al árbol

Especie

D.A.P.

Altura total

Calidad del fuste. Se tomaron en consideración tres categorías: bueno, regular y malo. Para lo cual se tomó en consideración el fuste recto y cilíndrico, la ausencia de ramas gruesas en las partes bajas y la ausencia de pudriciones en el tronco.

Vitalidad del árbol. Se distinguieron tres estados: sano, infestado y muerto. Los síntomas usados para determinar el ataque fueron: coloraciones rojas y amarillas en el follaje, hojas marchitas y granulaciones de resina en el tronco.

Como datos generales se anotaron el nombre del propietario, nombre de la finca, composición del sotobosque y pendiente. Estos datos se anotaron en una hoja de campo diseñada para este fin (ver apéndice N^o 1).

9) Compilación de los datos del inventario

Con el objeto de facilitar la compilación de los datos del inventario, se agruparon 5 parcelas consecutivas de cada línea en un formulario diseñado para este fin (ver apéndice N^o 2).

10) Aparatos usados en el inventario

Brújula

Nivel de mano

Cinta métrica

Cinta diamétrica

Barreno de incremento de 32 cm. de largo

Hipsómetro de Christen, calibrado para una mira de 3 m.

Accesorios (morril, machete, etc.)

• Método usado en el inventario

a. Cálculo de la masa forestal

En este trabajo, se trazaron dentro del área por inventariar 14 líneas paralelas; éstas se encontraban separadas entre si por una distancia de 100 m. y orientadas con un rumbo N. 60° E. (ver mapa N° 4). En estas líneas se midieron las parcelas para el inventario, de 25 m. de largo y 5 m. a cada lado de la línea, lo que da un total de 250 m². Con este tamaño de parcela se facilita la cuenta y medición de los elementos por inventariar.

La escogencia del ancho de la parcela se hizo en vista de las limitaciones que se encontraban en el sotobosque. Este a veces está compuesto por arbustos duros, con espinas y plantas urticantes. Esto dificulta la circulación, disminuye la visión y obstaculiza el trabajo.

Fueron un total de 856 parcelas las que se muestrearon en todo el inventario, de éstas se hicieron grupos de 5 parcelas consecutivas, con el objeto de facilitar la compilación de los resultados del inventario. Fueron un total de 182 grupos de parcelas, las cuales se agruparon en un formulario especial, éste aparece en el apéndice N° 2.

b. Estimación del crecimiento

Se calculó el porcentaje de crecimiento (P %), a base de los anillos de crecimiento que se apreciaron en el árbol a la altura del D.A.P.

Para estimar el crecimiento en altura de los árboles menores de 130 cm., o sea la altura del D.A.P., se hicieron observacio-

nes en dos lugares con pinos de 1 y 3 años de edad. Estas áreas se seleccionaron dentro del bosque en base a informaciones sobre edad obtenidas de los campesinos. Cada conteo se hizo aproximadamente 100 m². de superficie.

El uso de anillos de crecimiento merece algún comentario pues se ha argumentado que su apreciación es difícil en zonas tropicales. Sin embargo, se han encontrado anillos anuales de Pinus oocarpa, en bosques de El Salvador (28). El Salvador queda cerca de Nicaragua y sus pinares tienen clima bastante parecido. Además, en estos bosques hay también una marcada diferencia entre el período seco y húmedo (ver gráfico. Nº 1). Todo esto permite suponer que los anillos de crecimiento del Pinus oocarpa en Yucul son anillos anuales.

Para calcular el crecimiento se usó la fórmula de Borggreve citada por Veillon (59). La fórmula es:

$$P \% = \frac{\sum \frac{4D}{n}}{\sum D^2} \times 100$$

donde:

n = número de anillos en el último cm. del D.A.P.

D = D.A.P. sobre corteza

1) Muestra usada

Se obtuvieron las muestras perforando los árboles. Para esto se usó un barreno de incremento (barreno Pressler o barreno sueco). Se seleccionó para el muestreo una de cada cinco parcelas del inventario.

Las muestras obtenidas se guardaron en sobres de correo y se identificaron con el número de la parcela, el número del árbol y la fecha.

2) Limitaciones de las muestras

En algunas muestras no se pudo identificar la médula o sea el centro de los anillos de crecimiento. Esto se debía principalmente a que: la médula no se encontraba en el centro geométrico del árbol, o se trataba de árboles demasiado gruesos para el barrenado de que se disponía, a veces la madera ofrecía excesiva resistencia a la penetración del barrenado. En las muestras obtenidas, sólo en un 41 % se pudo identificar satisfactoriamente el centro del árbol.

3) Análisis de las muestras de crecimiento

Para calcular la edad, se contó el número de anillos anuales (28), desde el centro hasta la corteza. A este número se le agregaron tres años, por suponer que esta es la edad que tardan los pinos en Yucul para alcanzar la altura del D.A.P. o sean 130 cm.

Se contaron los anillos en el primer centímetro desde el cambium para estimar el porcentaje de crecimiento del área basal (crecimiento del último año). Después se midió la longitud de cinco anillos, para calcular el crecimiento en los períodos de estudio (crecimiento periódico).

Para este estudio se usó un esteroscopio binocular; se trabajó con 10 a 30 aumentos y se diseñó un formulario especial el cual aparece en el apéndice N^o 3.

El estudio de las muestras de crecimiento presentan varias dificultades en la apreciación de los anillos anuales. Para facilitar el estudio de las muestras se trabajó con muestras secas y se humedecieron previamente con el objeto de poder apreciar los anillos de crecimiento. Sin embargo, hubo ~~diversos~~ casos en que no se pudieron identificar los anillos.

c. Cálculo del crecimiento y rendimiento potencial

Para calcular el crecimiento máximo posible, se usó la media entre el mayor crecimiento diamétrico observado en el bosque y el crecimiento diamétrico promedio. Los resultados se agruparon para diferentes edades.

Para el cálculo del número de árboles en relación a la edad se utilizó un método gráfico, en el cual la abcisa representaba la edad en años y la ordenada representaba el número de árboles por Ha. En este sistema se marcaron los siguientes datos: edad estimada y número de árboles de la parcela más densa encontrada en el bosque estudiado, edad y número de árboles de diversas plantaciones de Pinus oocarpa localizadas en Sur Africa (45, 46), edad estimada y número de árboles de diversas parcelas experimentales de Pinus oocarpa y Pinus pseudostrobus* localizadas en Honduras (13) y la tendencia promedio del número de árboles en relación a la edad en diversas plantaciones de Pinus radiata (49).

Con estos datos se estimó la tendencia del número de árboles en relación a la edad.

* Datos suministrados por el Sr. Roberto García de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras (agosto de 1966).

Con el crecimiento diamétrico estimado para diferentes edades, una tabla de volúmenes de doble entrada para Pinus oocarpa (52) y conociendo la relación entre el D.A.P. y la altura promedio, se estimó el posible número de árboles y el posible volumen de una Ha. Con estos datos se pudo hacer una tabla de producción tentativa.

d. Cálculo de la regeneración

Para estimar la regeneración de los pinos, se tomó una subparcela de un metro de radio, dentro de cada parcela del inventario; ésta se situó al comienzo de la parcela. Además se anotó en las parcelas del inventario, el número de pinitos que tenían más de un año de edad* pero menos de 2,5 cm. de D.A.P. y el número y la altura de los árboles de 2,5 a 10 cm. de D.A.P. Estos datos se anotaron en una hoja de campo (ver apéndice N^o 1).

e. Estimación del volumen de la madera extraída

El cálculo del volumen de la madera extraída en el año 1965-1966, se estimó anotando el número y el diámetro de los tocones. Con el diámetro se estimó la altura y el posible volumen. Antes de 1965 no hubo datos disponibles.

* Se estimó que en Yucul los pinos tardan un año para alcanzar una altura de 30 a 40 cm. * ?

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Estado actual del bosque

a. Composición de la masa forestal

Los árboles que formaban la masa forestal "en pie" (que no estaban caídos, ni habían sido explotados) tenían las siguientes características:

1) Número de árboles

El promedio por hectárea fue 115,6 árboles y el error de muestreo fue $\pm 6,2$ árboles. De los 115,6 árboles 98 eran pinos y de éstos, 31 se encontraban vivos al momento del inventario. Los robles se encontraban en número promedio de 12,3 árboles por hectárea. Los otros, 5,3 árboles por hectárea, pertenecían a otras especies (ver cuadro N^o 7 y gráfico N^o 3).

2) Area basal

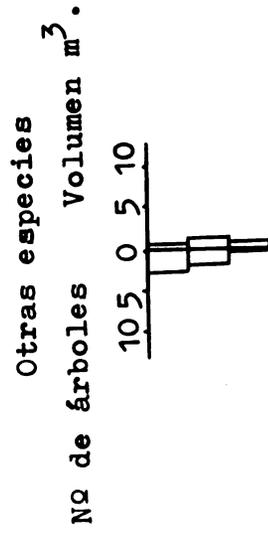
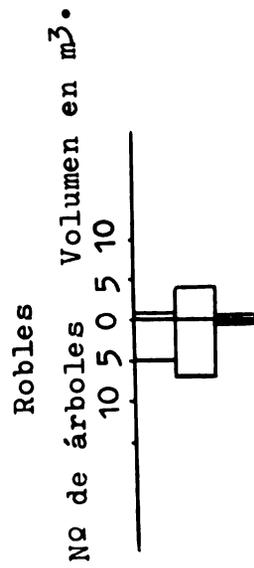
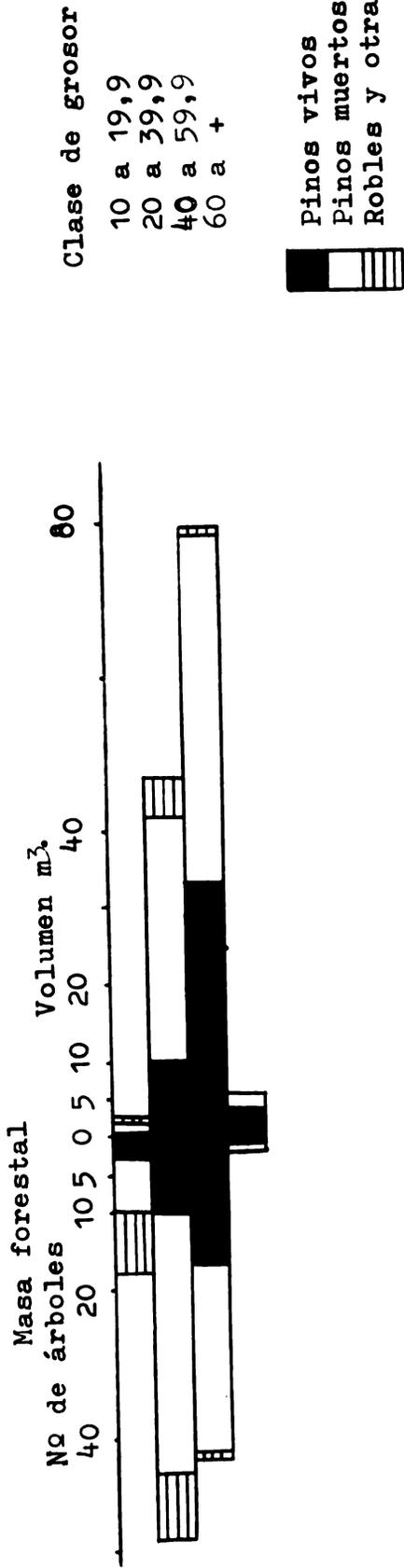
El promedio por hectárea fue $12,70 \text{ m}^2$, y el error de muestreo fue $\pm 0,77 \text{ m}^2$. De los $12,70 \text{ m}^2$, $11,84 \text{ m}^2$ pertenecieron a los pinos y de éstos, $4,26 \text{ m}^2$ corresponden a los pinos vivos al momento del inventario. Los robles tenían una área basal de $0,59 \text{ m}^2$ por hectárea y las otras especies tenían $0,27 \text{ m}^2$ por hectárea (ver cuadro N^o 7).

3) Volumen

El volumen promedio por hectárea fue $135,340 \text{ m}^3$ y el error de muestreo fue $\pm 8,5 \text{ m}^3$. De los $135,340 \text{ m}^3$, $128,194 \text{ m}^3$ pertenecieron a los pinos y de éstos, $47,431 \text{ m}^3$ se encontraban en pinos vivos al momento del inventario. Los ro-

Gráfico N°3

Relación entre el número de árboles y el volumen en m³.
 Datos de los árboles en pie por ha.



Cuadro N^o 7. Masa forestal en pie. Arboles vivos y muertos de más de 10 cm. de diámetro (D.A.P.). Datos promedios para 1 Ha.

Especies forestales y grupos de especies	Masa forestal			Porcentajes		
	N ^o de árboles	Area	Volumen	N ^o de árboles	Area	Volumen
		m ² .	m ³ .		%	%
Pinos vivos	31,0	4,26	47,431	26,8	33,5	35,0
Pinos muertos	67,0	7,58	80,763	58,0	59,7	59,7
Robles	12,3	0,59	5,079	10,6	4,6	3,8
Otras especies	5,3	0,27	2,067	4,6	2,1	1,5
Total	115,6	12,70	135,340	100,0	100,0	100,0
Error del total	± 6,2	± 0,77	± 8,5			

bles tenían un volumen de 5,079 m³. por hectárea y las otras especies 2,067 m³. por hectárea (ver cuadro Nº 7 y gráfico Nº 3).

Como se puede observar, el mayor número de árboles, la mayor área basal y el mayor volumen, corresponden a los árboles de pinos muertos, siguen los pinos vivos, después los robles y por último las otras especies.

4) Errores de muestreo

Los errores de muestreo en la apreciación del número de árboles, área basal y volumen, muestra los siguientes valores:

Valores promedios por Ha.	Error	Error en %
Número de árboles = 115,6	± 6,2 árboles	± 5,4
Área basal en m ² . = 12,7	± 0,77 m ² .	± 6,1
Volumen en m ³ . = 135,3	± 8,5 m ³ .	± 6,3

Los errores de muestreo son bajos; esto probablemente se debe a que la intensidad del muestreo fue 10%.

b. Crecimiento de la masa forestal

El cálculo del porcentaje de crecimiento corriente, se obtuvo de los árboles perforados con el barrenado de incremento. Los promedios reunidos por clase de grosor se agrupan en el cuadro Nº 8.

El crecimiento corriente del total no varía grandemente entre los pinos vivos y los pinos muertos*, excepto en los árboles

* Crecimiento de pinos muertos, se refiere al crecimiento que tenían antes de morir.

Cuadro Nº 8. Distribución promedio de los porcentajes de crecimiento corriente por clase de grosor, según la fórmula de Borggreve (ver página 37).

Clase de grosor del D.A.P. en cm.	Porcentajes de crecimiento del área basal				Promedio ponderado por clase de grosor en %
	Pinos vivos		Pinos muertos*		
	Número	%	Número	%	
10-19,9	8	8,2	13	3,4	5,1
20-39,9	43	2,2	62	1,8	1,9
40-59,9	87	1,5	55	1,4	1,5
60- +	4	1,3	3	1,1	1,2
Promedio total		1,68		1,48	1,63

* Crecimiento de pinos muertos, se refiere al crecimiento que tenían antes de morir

de 10 a 19,9 cm. de diámetro; pero éstos datos se obtuvieron a base de un bajo número de muestras. El crecimiento corriente en las otras clases de grosor es bastante similar, aunque se nota siempre un mayor crecimiento en los árboles vivos.

El crecimiento total de los árboles vivos y muertos tampoco varía grandemente.

Si se toma en cuenta que los árboles de mayor edad crecen menos, se puede observar que los porcentajes de crecimiento obtenidos por clase de grosor, corresponden a la edad promedio estimada para cada clase de grosor. Esto se puede observar en el cuadro N^o 9.

En árboles mayores de 57 cm. de D.A.P. no se pudo medir la edad debido a que el barrenado no llegaba hasta el centro.

En el cuadro N^o 10, se puede observar el crecimiento diamétrico promedio por categoría diamétrica*, en los dos últimos períodos de cinco años anteriores al inventario hecho para éste estudio (enero de 1966).

Se puede apreciar que sólo los árboles de la categoría diamétrica de 10 a 14,9 cm. muestran una diferencia apreciable en el crecimiento diamétrico, pues fue de 1 cm. en 5 años, lo que resulta 0,2 cm. en un año.

Las restantes categorías diamétricas muestran una diferencia de crecimiento más baja. De este hecho se puede suponer que este bosque tenía un crecimiento muy bajo. Este bajo crecimiento

* Se usaron las categorías diamétricas usadas en el Departamento Forestal del I.I.C.A. Son de 5 cm.

Cuadro Nº 9. Distribución de la edad y el crecimiento por clase de grosor en las muestras perforadas (275 árboles).

Clase de grosor del D.A.P. en cm.	Pinos vivos		Pinos muertos		Crecimiento corriente del área basal en %
	Número	Edad media en años	Número	Edad media en años	
10-19,9	7	17	9	28	5,1
20-39,9	21	38	34	37	1,9
40-59,9	32	42	13	43	1,5

Cuadro Nº 10. Crecimiento diamétrico de los últimos 10 años de los árboles vivos y muertos*. Distribución por categoría diamétrica en las muestras perforadas (275 árboles).

Categoría diamétrica del D.A.P.	Crecimiento promedio en cm.			
	Número de árboles	5 penúlti- mos años	5 últimos años	Diferencia de crecimiento
10-14,9	5	2,4	1,4	-1,0
15-19,9	15	1,2	1,0	-0,2
20-24,9	13	1,5	1,3	-0,2
25-29,9	6	1,2	0,7	-0,5
30-34,9	23	1,0	0,7	-0,3
35-39,9	61	1,0	0,8	-0,2
40-44,9	66	0,9	0,8	-0,1
45-49,9	46	1,0	0,7	-0,3
50-54,9	23	1,1	1,0	-0,1
55-59,9	4	1,1	1,0	-0,1
60-64,9	4	1,3	0,9	-0,4
70-74,9	1	0,8	0,8	0
80-84,9	2	1,4	1,9	+0,5
Promedio ponderado para el total		1,05	0,85	

* Crecimiento de pinos muertos se refiere al crecimiento que tenían los pinos antes de morir.

no se puede explicar por la edad, pues es posible suponer que este bosque no es muy antiguo, ya que los campesinos de la zona de Yucul aseguran que hace aproximadamente cincuenta años hubo un ataque similar al actual (probablemente fue Dendroctonus) el que destruyó gran parte de la masa forestal. Tal hecho es corroborado por el Inspector Forestal de Matagalpa, quien afirma que por el año de 1912 hubo un fuerte ataque de Dendroctonus*. Esto no es raro, pues en Honduras han habido varios ataques de Dendroctonus. Se conocen por lo menos tres, en 1931**, en 1951*** y en 1962**. Este último es el que se evalúa en el presente estudio.

Si se observa el cuadro N^o 11, se puede apreciar que el mayor volumen de los pinos (aproximadamente el 75 %) se encuentra en los árboles de 30 a 50 cm. de D.A.P. Si se calcula la edad de los pinos en base a los 81 árboles perforados de la categoría 30 a 50 cm., se ve que el mayor número de árboles tiene una edad que varía entre 30 y 50 años. Esto se puede observar en el cuadro N^o 12.

* Dato suministrado por el Sr. Julio C. Moya, Inspector Forestal de Matagalpa (febrero de 1966).

** Dato suministrado por el Ing. Marco Flores Rodas de la División Forestal de Honduras (agosto de 1966).

*** Dato suministrado por el Ing. E. J. Schreuder, quien trabajó varios años en Honduras y actualmente es profesor del I.I.C.A. (setiembre de 1966).

Cuadro Nº 11. Masa forestal en pie. Datos para 211 Ha. ✓

Categoría diametri- ca del D.A.P. cm.	Pinos vivos			Pinos muertos			Robles			Otras especies					
	N.A.	A.B.	Vol. m ³ .	N.A.	A.B.	Vol. m ³ .	N.A.	A.B.	Vol. m ² .	N.A.	A.B.	Vol. m ³ .	N.A.	A.B.	Vol. m ³ .
10-14,9	387	4,56	24,800	361	4,36	29,398	691	8,37	58,593	532	6,54	39,254	184	4,36	32,712
15-19,9	280	5,48	37,247	1121	27,04	194,307	265	6,28	40,597	716	10,90	71,966	120	4,78	22,245
Sub-total	667	10,04	62,047	1482	31,40	223,705	956	14,65	99,190	180	10,63	74,976	93	7,72	55,756
20-24,9	267	11,16	85,484	721	28,92	226,712	363	14,45	130,746	489	33,73	253,016	45	6,34	51,265
25-29,9	223	13,95	132,301	1046	62,65	557,620	486	28,90	259,672	24	4,22	43,881	10	2,11	16,245
30-34,9	532	45,59	447,697	1814	151,82	1594,355	289	24,02	196,575	79	12,67	111,391	79	12,67	111,391
35-39,9	1083	127,45	1387,000	3609	401,64	4328,532	306	33,81	309,119	57	8,44	77,215	245	27,30	436,373
Sub-total	2105	198,15	2052,482	7190	645,03	6707,219	1444	101,18	896,112	2457	124,27	1072,517	1284	57,30	436,373
40-44,9	1690	242,05	279,545	2926	414,18	4637,945	44	6,19	55,343	1284	57,30	436,373	1284	57,30	436,373
45-49,9	1025	183,15	213,810	1520	269,50	2918,077	13	2,25	21,872	1284	57,30	436,373	1284	57,30	436,373
50-54,9	712	155,70	183,300	603	130,38	1405,717	13	2,25	21,872	1284	57,30	436,373	1284	57,30	436,373
55-59,9	144	37,64	44,875	264	68,36	729,948	57	8,44	77,215	1284	57,30	436,373	1284	57,30	436,373
Sub-total	3571	618,54	7168,080	5313	882,42	9691,687	57	8,44	77,215	1284	57,30	436,373	1284	57,30	436,373
60-64,9	118	36,10	365,451	94	28,92	276,244	57	8,44	77,215	1284	57,30	436,373	1284	57,30	436,373
65-69,9	28	9,42	103,675	15	5,38	56,251	57	8,44	77,215	1284	57,30	436,373	1284	57,30	436,373
70-74,9	26	10,99	110,897	15	6,05	88,505	57	8,44	77,215	1284	57,30	436,373	1284	57,30	436,373
80-84,9	19	10,20	97,477	124	40,35	421,000	57	8,44	77,215	1284	57,30	436,373	1284	57,30	436,373
90-94,9	8	5,49	44,030	124	40,35	421,000	57	8,44	77,215	1284	57,30	436,373	1284	57,30	436,373
Sub-total	199	72,20	721,530	124	40,35	421,000	57	8,44	77,215	1284	57,30	436,373	1284	57,30	436,373
Total	6542	898,93	10004,139	14109	1599,20	17043,711	2457	124,27	1072,517	1284	57,30	436,373	1284	57,30	436,373

N.A. = Número de árboles
A.B. = Area basal
Vol. = Volumen

Cuadro Nº 12. Distribución de la edad en los árboles de las categorías diamétricas (D.A.P.) 30 a 50 cm.

Edad en años	Número de árboles
menos de 30	3
30-34	19
35-39	21
40-44	23
45-49	10
más de 50	5
Total	81

Como se puede observar, hay diferencia de edades entre estos árboles aún cuando casi un 90 % de los árboles de 30 a 50 cm. de D.A.P. caen en las edades de 30 a 45 años.

Como no se puede calcular la edad de todo el bosque, no se le puede calcular el crecimiento medio anual, pero si el crecimiento del último año (crecimiento corriente) de los pinos vivos. El crecimiento corriente de los pinos vivos fue de $0,8 \text{ m}^3$. por Ha. por año al momento del inventario. Tomando en cuenta todos los árboles del bosque, es decir, los que mató la plaga y los recién explotados, se puede estimar el crecimiento que hubiera podido tener toda la masa forestal (crecimiento bruto) en $2,9 \text{ m}^3$. por Ha. por año. Este crecimiento es similar a los obtenidos en bosques de Pinus oocarpa en El Salvador (23)

c. Daños causados por el Dendroctonus

1) Efecto sobre la masa forestal

Se puede observar en el cuadro Nº 13 que los pinos muer-

Cuadro Nº 13. Masa forestal total. Arboles vivos, muertos, explotados y caídos de más de 10 cm. de diámetro (D.A.P.). Datos promedios por H_a.

Especies forestales y grupos de especies de árboles	Masa forestal			Porcentajes		
	Nº de árboles	Area basal m ² .	Volumen m ³ .	Nº de árboles %	Area basal %	Volumen %
Pinos vivos	31,0	4,26	47,431	20,1	24,2	25,4
Pinos muertos	67,0	7,58	80,763	43,3	43,1	43,3
Pinos explotados	16,0	3,00	32,506	10,3	17,1	17,4
Pinos caídos	23,0	1,87	18,731	14,9	10,7	10,0
Robles	12,3	0,59	5,079	8,0	3,4	2,7
Otras especies	5,3	0,27	2,063	3,4	1,5	1,2
Total	154,6	17,57	186,577	100,0	100,0	100,0

tos por la plaga tienen el 43,3 % del volumen, los pinos caídos tienen el 10,0 % y los pinos explotados tienen el 12,4 %.

En el mes de febrero de 1965, fecha en que se terminó el inventario de este trabajo, el daño del Dendroctonus se encontraba en toda la masa forestal. Las áreas con pinos vivos se encontraban en manchas. Aproximadamente el 68 % del área estudiada se encontraba con pinos muertos o con dominancia de éstos y el 19 % con dominancia de pinos vivos. Los restantes (13 %) se encontraban con dominancia de robles, otras especies, o sin vegetación (ver mapa N^o 3).

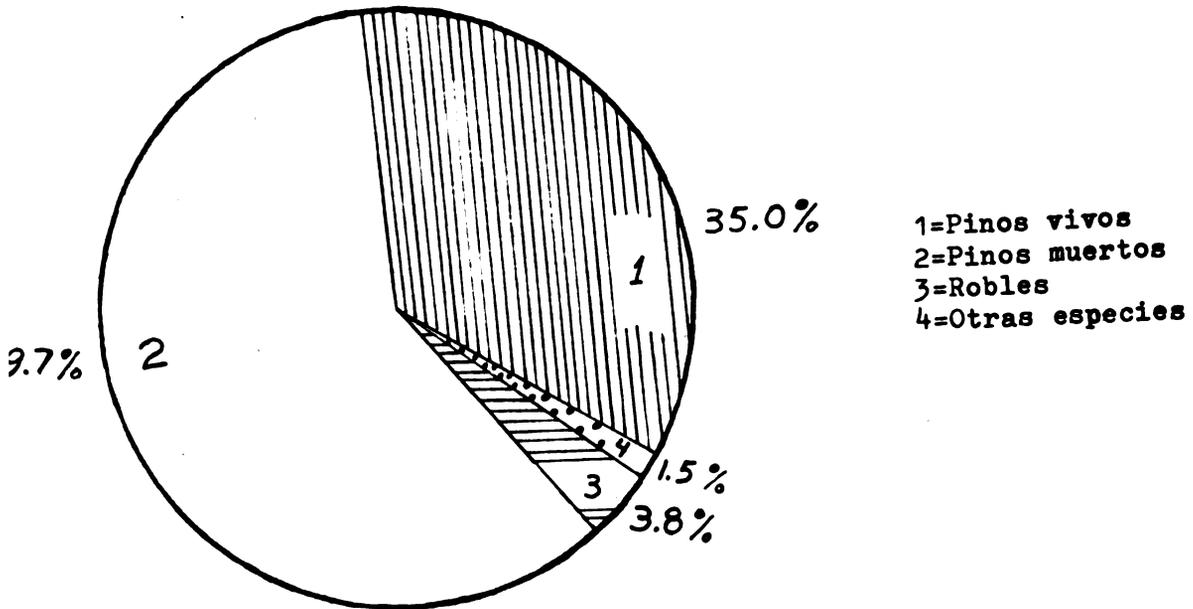
No hay datos de explotaciones antes del ataque. Las explotaciones fuertes se hicieron después del ataque y la mayoría de los árboles explotados estaban atacados. El autor, durante el inventario no encontró indicios presentes de explotaciones recientes de pinos vivos, debido a que solamente se permiten cortar pinos atacados o muertos (ver página 28). Además, los pinos caídos son un efecto secundario de la plaga. De esto se puede suponer que pinos muertos, explotados y caídos, dan una apreciación de la intensidad del ataque. En este caso, al momento del inventario se encontraban 106 árboles muertos por Ha., con un volumen de 132 m³. por Ha., que representan un porcentaje de 68,5 % del número de árboles por Ha. y el 70,7 % del volumen por Ha. de toda la masa forestal. Esto indica un fuerte daño a la masa forestal (ver cuadro N^o 13 y gráfico N^o 4).

Es importante hacer notar que en el momento del inventa-

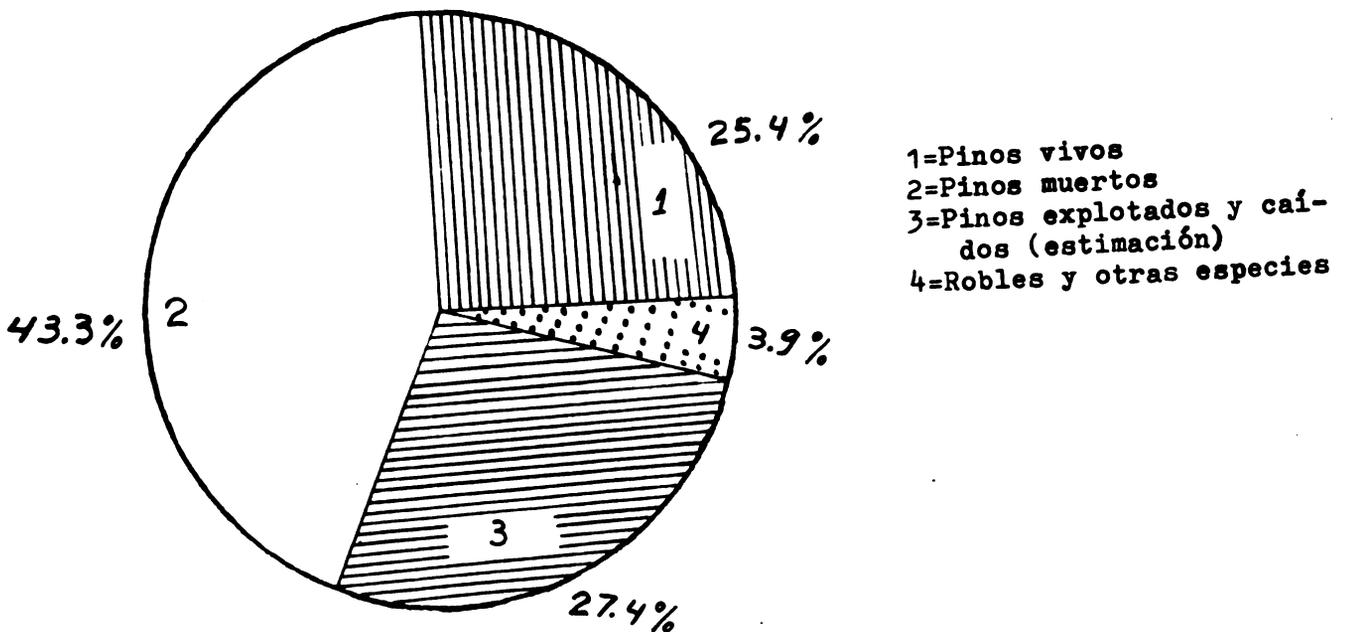
Gráfico Nº 4

Distribución porcentual del volumen.

Masa forestal en pie



Masa forestal total
(árboles en pie + árboles explotados y caídos)



rio (enero de 1966), la plaga de Dendroctonus se encontraba activa y que algunos de los árboles vivos se encontraban atacados.

2) Apreciación del valor del daño del Dendroctonus

En el momento del inventario, la plaga no había causado pérdidas en la madera explotada porque en el comercio de Matagalpa se le da igual valor a la madera proveniente de árboles sanos y a la proveniente de árboles atacados.

Las pérdidas se podrían estimar en base al volumen de los árboles explotables con el fuste dañado por el efecto del Dendroctonus y que no se explotan. Sin embargo, no se puede calcular esta pérdida porque en el momento del inventario el bosque se encontraba en explotación y no se conocen los árboles que serían desechados por los madereros.

d. Regeneración

La regeneración natural de los pinos es abundante, como puede observarse en el cuadro Nº 14. En ese cuadro se puede observar como en el bosque actual, disminuye el número de brinzales y arbolitos a medida que aumenta la edad.

Cuadro Nº 14. Número de pinos vivos menores de 10 cm. de D.A.P. por Ha.

Pinos	Número de árboles por Ha.
menores de un año*	22000
de un año a 2,5 cm. de D.A.P.	439
de 2,5 a 5 cm. de D.A.P.	17
de 5 a 10 cm. de D.A.P.	9

* Por observaciones en el campo, se estimó que los pinos de un año alcanzan de 30 a 40 cm. de altura y los de 3 años alcanzan unos 130 cm. de altura.

En el cuadro anterior se aprecia que la regeneración inicial de los pinos es buena, pero la supervivencia es muy baja. Esto se puede explicar por los incendios que en este bosque son anuales y que afectan particularmente a los brinzales.

2. Sugerencias para la reconstrucción y el manejo del bosque de Yucul

a. Estimación del posible rendimiento

1) Bosque deseado

Con los datos obtenidos en el bosque de Yucul, se ha tratado de estimar el posible rendimiento en un bosque regular normal, es decir, un bosque con varias parcelas coetáneas, capaz de producir una cuota periódica de madera aserrable. Se supone que se desea explotar el Pinus oocarpa y debido a que la regeneración natural en este bosque es alta, es posible usarla en la regeneración del bosque. Sin embargo, se debe experimentar sobre este campo.

Debido a que el bosque está prácticamente destruido, que la reconstrucción total ocasionaría mayor costo inicial y que las labores silvícolas se facilitarían al concentrar los esfuerzos en áreas pequeñas; se estima que el bosque con parcelas coetáneas es el método de manejo más apropiado. En este método de manejo, se divide el bosque en rodales de tamaños aproximadamente iguales. El número de rodales y el área del rodal, se calcula tomando en cuenta el área del bosque, el ciclo de corta y el turno.(59).

Estas consideraciones y cálculos sobre sobre crecimiento y rendimiento, pueden servir como guía para estimar el posi-

ble rendimiento de este bosque o bosques similares y poder establecer planes adecuados de manejo.

2) Crecimiento observado en el bosque

a) Crecimiento promedio

Se calculó el crecimiento promedio a base de 275 árboles perforados. En este cálculo se midió el crecimiento diamétrico (D.A.P.) en períodos de cinco años y con esto se calculó el D.A.P. alcanzado por estos árboles a diferentes edades; para lo cual, se estimó el grosor de la corteza de acuerdo a las experiencias de F A O en bosques de Honduras (47).

Los resultados se exponen en el cuadro Nº 15.

Cuadro Nº 15. D.A.P. promedio y crecimiento diamétrico de los pinos a diversas edades.

Edad de los pinos en años	Número de muestras usadas	D.A.P. con corteza en cm.	Diferencia entre dos diámetros consecutivos en cm.	Crecimiento diamétrico medio anual en cm.
5	275	3,9		0,78
10	274	10,2	6,3	1,02
15	268	15,7	5,5	1,04
20	259	19,1	3,4	0,95
25	249	21,9	2,8	0,87
30	230	24,4	2,5	0,80
35	170	26,6	2,2	0,76
40	86	29,0	2,4	0,72
45	20	31,1	2,1	0,69

Se puede observar en este cuadro, que la diferencia

entre dos diámetros consecutivos disminuye gradualmente con la edad, excepto entre los 35 y los 40 años, donde se aprecia un ligero aumento cuya explicación se ignora. El crecimiento diamétrico medio anual sigue una tendencia biológica.

En el cuadro N^o 15, se puede observar que a los 45 años, el D.A.P. es de 31,1 cm., lo que es igual a un crecimiento diamétrico medio diamétrico de 0,69 cm. por año.

Este crecimiento diamétrico no se puede usar para estimar el crecimiento futuro del bosque, porque posiblemente un gran número de árboles con buen crecimiento ya se han extraído. Además, este es un crecimiento basado en años anteriores en un bosque natural poco intervenido; es posible que con buenas técnicas de manejo el crecimiento aumente.

Aparentemente el crecimiento promedio se encuentra bajo en relación a los resultados expresados en el cuadro N^o 10. Esto se debe a que los árboles de mayor diámetro actual, mostraron un mayor crecimiento inicial que los árboles de menor diámetro. Esto se puede apreciar en el siguiente cuadro.

Cuadro Nº 16. Crecimiento diamétrico (D.A.P.) en cm. promedio de la masa forestal durante los 10 primeros años.

Clase de grosor en cm.	Número de muestras	Crecimiento del D.A.P. en cm. durante los		Total 0-10 años
		0-5 años	5-10 años	
10-19,9	16	2,54	1,33	3,87
20-39,9	53	4,03	2,37	6,40
40-59,9	42	4,64	2,85	7,49

Los resultados expresados en este cuadro, se explican, debido a que los pinos por ser heliófilas no prosperan bien a la sombra. Puede suponerse que los árboles más viejos se establecieron con abundante luz, quizás como resultado de la epidemia ya mencionada de 1912 (véase pág. 49). Su crecimiento resultó por lo tanto muy bueno. Los árboles que posteriormente se establecieron y que son actualmente más jóvenes, estaban afectados por la sombra de los árboles más viejos y su crecimiento anual fue menor.

b) Crecimiento máximo

Se calculó el crecimiento máximo en base a los 9 árboles que mostraron el mayor crecimiento. Los resultados se observan en el cuadro Nº 17.

Cuadro Nº 17. D.A.P. a diferentes edades, calculado a base de los 9 árboles de mayor crecimiento diamétrico.

Edad en años	D.A.P. con corteza en cm.	Crecimiento diamétrico medio anual en cm.
5	6,0	1,20
10	18,0	1,80
15	26,0	1,73
20	32,3	1,61
25	37,3	1,49
30	41,6	1,38
35	45,5	1,30
40	49,0	1,22
45	52,4	1,16

Se debe hacer notar que es difícil obtener este crecimiento, debido a que en el cálculo se ocuparon árboles excepcionales que se encontraban en sitios especiales o con muy poca competencia de vecinos. por eso se fijó como crecimiento posible de alcanzar en el bosque manejado, la media entre el crecimiento diámetro promedio (cuadro Nº 15) y el crecimiento diamétrico de los mejores árboles (cuadro Nº 17).

Promediando el crecimiento diamétrico medio y el crecimiento diamétrico máximo, se obtiene un crecimiento diamétrico de 41,8 cm en 45 años de edad, o sea de 0,93 cm. por año, lo que comparado con el crecimiento promedio de todos los árboles (0,69 cm.), da una diferencia

[Faint circular stamp or signature]

de 0,24 cm. por año.

3) Estimación del número de árboles en relación a la edad

Para calcular la relación entre el número de árboles y la edad, se tomaron en consideración la parcela con mayor número de pinos por Ha. Esta parcela tenía 560 árboles por Ha.; el D.A.P. de los árboles variaba, predominando los árboles de 15 a 20 cm. Se le calculó la edad en base al crecimiento promedio y resultó de aproximadamente 20 años. Esta parcela tenía un porcentaje de crecimiento del área basal (ver página 37) promedio de 1,8 % que comparado con el promedio de toda la masa forestal (1,63 %) resultó bastante similar, de donde se puede suponer que la parcela no se encontraba con exceso de árboles.

Se tomaron en consideración los resultados de una parcela experimental de Pinus pseudostrobus que el Departamento Forestal del I I C A tiene en Honduras (13). Esta parcela tenía 778 árboles por Ha. a la edad de 17-18 años. Además se tomaron en cuenta los datos de parcelas de Pinus oocarpa y Pinus pseudostrobus situadas en la Escuela Agrícola Panamericana (Honduras)* y los resultados de plantaciones de Pinus oocarpa localizadas en Sur Africa (45, 46). Los datos de la Escuela Agrícola Panamericana y los datos de las plantaciones de Sur Africa se agrupan en el cuadro Nº 18.

Cuadro N^o 18. Número de árboles por Ha. en relación a la edad en bosques de la Escuela Agrícola Panamericana (Honduras) y plantaciones de Pinus oocarpa situadas en Sur Africa (45, 46).

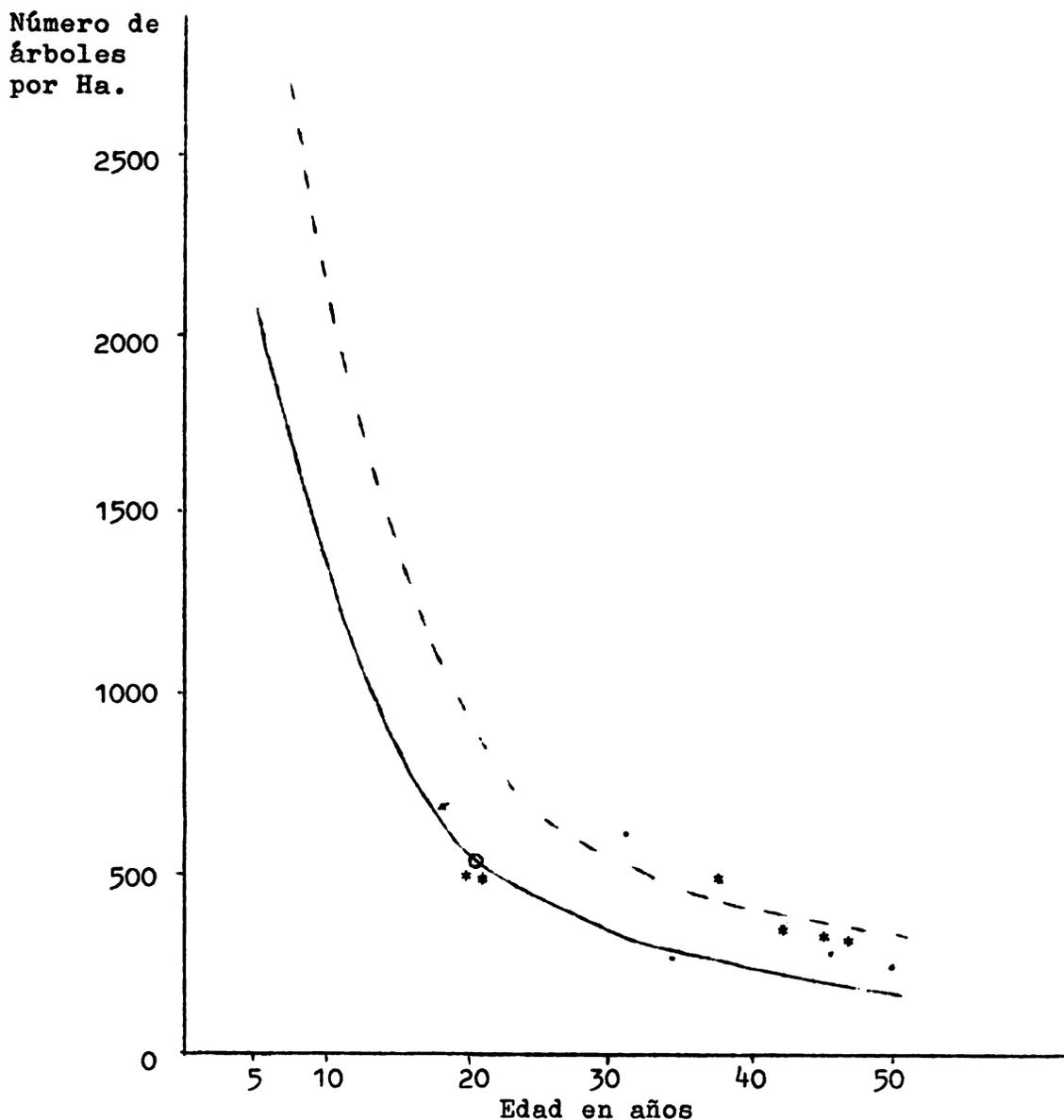
Número de parcelas	Especie	Promedio de árboles por Ha.	Edad en años	Localización
2	<u>P. pseudostrobus</u>	3304	6-8	Honduras
1	<u>P. oocarpa</u>	634	31	Honduras
2	<u>P. pseudostrobus</u>	275	45	Honduras
2	<u>P. oocarpa</u>	350	50	Honduras
1	<u>P. pseudostrobus</u>	258	50	Honduras
2	<u>P. oocarpa</u>	479	20	Sur Africa
7	<u>P. oocarpa</u>	500	21	Sur Africa
1	<u>P. oocarpa</u>	249	34	Sur Africa
1	<u>P. oocarpa</u>	476	38	Sur Africa
1	<u>P. oocarpa</u>	346	42	Sur Africa
1	<u>P. oocarpa</u>	296	45	Sur Africa
1	<u>P. oocarpa</u>	276	46	Sur Africa

La tendencia del número de árboles en relación a la edad puede apreciarse en el gráfico N^o 5. Como se puede ver en este gráfico, es posible suponer una curva con valores más altos; sin embargo, se estimó una curva más conservadora a partir principalmente de los 25 años. Este resultado se usó para elaborar una tabla de producción para Pinus oocarpa.

4) Relación entre el diámetro y la altura de los árboles

La relación entre el diámetro (D.A.P.) y la altura de los árboles, se hizo a base del promedio de altura de todos los árboles medidos en el inventario. Esta relación también fue usada para elaborar la tabla de producción. Los resul-

Gráfico Nº 5. Tendencia del número de árboles y la edad. Curva de P. radiata (-----) tomada de Scott (49) y curva de P. oocarpa (——) estimada para Yucul.



- o Parcela de Yucul
- + Parcela del Programa Forestal del I.I.C.A. en Honduras
- . Parcelas de la Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano" en Honduras
- * Datos de diversas plantaciones de P. oocarpa en Sur Africa (45, 46).

tados de esta relación aparecen en al gráfico N^o 6.

5) Estimación de la producción

Tomando como base el crecimiento posible de este bosque y la densidad estimada, se calculó el posible rendimiento del bosque de Yucul, en condiciones de manejo. Como se tomó un crecimiento mayor que el promedio y el número de árboles de la parcela más densa, es posible que los resultados sobre crecimiento y producción sean más altos que en la realidad.

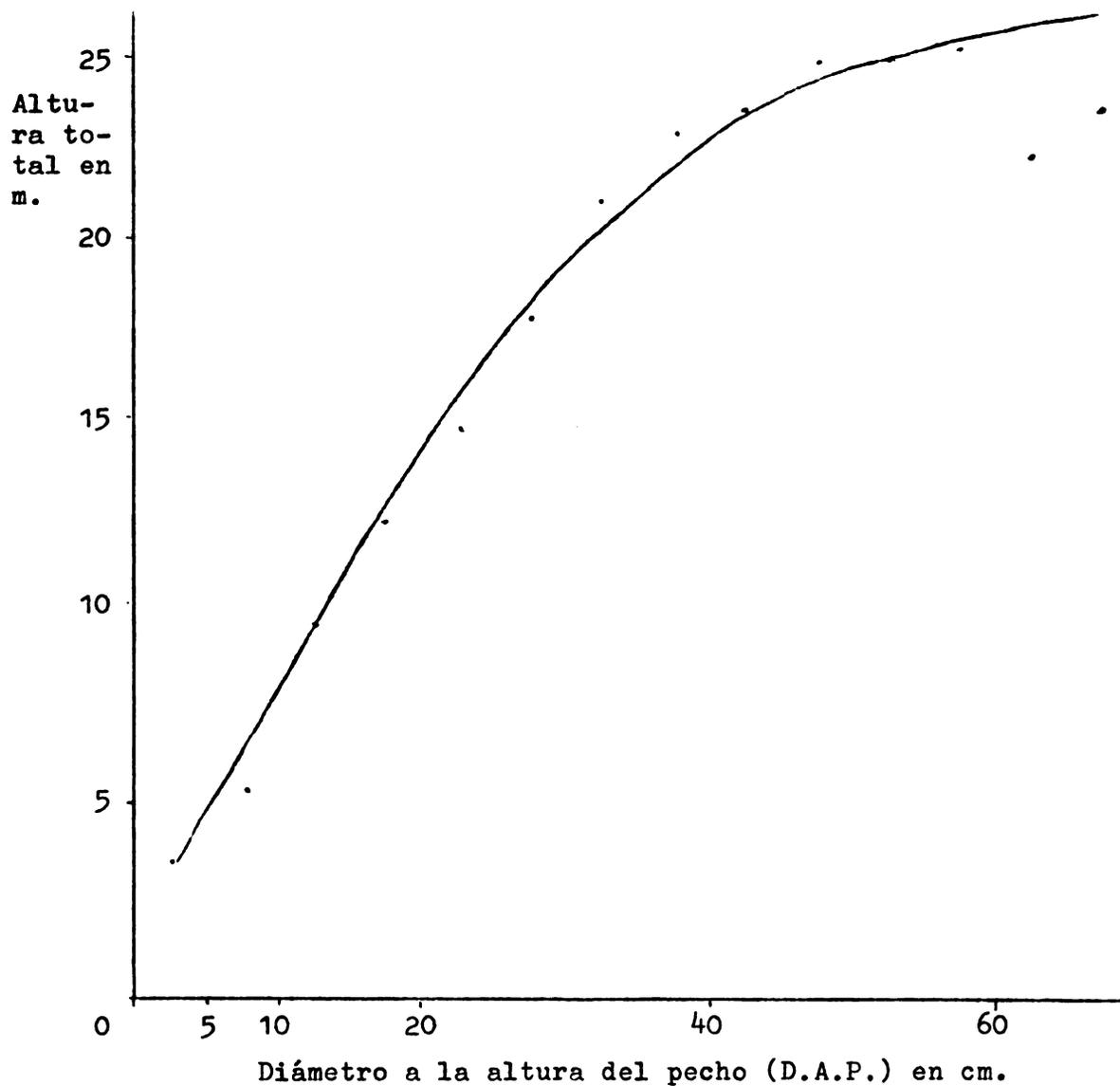
Los datos se agrupan en el cuadro N^o 19 y se expresan en períodos de cinco años. Esto sirvió como guía para estimar los raleos.

Se agrega al cuadro la columna que indica el volumen total acumulado, ésta incluye la madera proveniente de los raleos. Se supone que los raleos se hacen mayormente por lo bajo y cada cinco años. Además, se supone que se dejan solamente un número de árboles que esten de acuerdo con la edad de la masa forestal. Los productos de los raleos se pueden aprovechar localmente para postes, carbón, leña y madera para aserrar. Asimismo, para las condiciones de Yucul, se estima que no se podría aprovechar el 30 % de la madera producida en los raleos por encontrarse muerta, con pudriciones o sin mercado apropiado.

6) D.A.P. de corta usado en Yucul

En el bosque de Yucul, el diámetro mínimo de corta usado por los madereros locales, se calcula en base del posible diámetro que tiene el árbol, a una altura de cinco metros a-

Gráfico Nº 6. Curva de la relación diámetro en cm. y altura total en m. Curva para P. oocarpa de Yucul a base de 2285 árboles.



. Valores promedios por clase de diámetro

Cuadro No 19. Tabla tentativa de producción para el bosque de Yucul. Calculada a base del crecimiento promedio del bosque y los árboles de mejor crecimiento.

Edad en años	Número de árboles	D.A.P. promedio con corteza en cm.	Volumen en pie por Ha. en m ³ .	Volumen extraído por raleos en m ³ .	Volumen aprovechable acumulado en m ³ .*
5	1816	5,0			
10	1514	14,0	142	74	142
15	908	21,0	239	87	313
20	560	26,0	244	59	405
25	409	30,0	257	40	477
30	332	33,0	262	30	522
35	287	36,0	292	21	582
40	262	39,0	322	23	633
45	238	41,8	350		684

* Incluye la madera aprovechable proveniente de los raleos.

proximadamente*, encima del tocón. El tocón usualmente tiene de 30 a 70 cm. de altura. A esto se le reduce una parte, calculada en base del cuadrado inscrito en la circunferencia. Este cuadrado debe tener un mínimo de aproximadamente 30,2 cm. de lado.

Si se calcula el D.A.P. en base a los datos expresados en el párrafo anterior, resulta un D.A.P. mínimo sobre corteza de 42 cm. aproximadamente.

Se debe hacer la aclaración de que en este trabajo no se recomienda un D.A.P. de corta determinado como base para el manejo. Para hacer esta recomendación, se debe hacer un estudio técnico y económico. El hecho de mencionar aquí el diámetro mínimo que se usa en la región, se debe a que inevitablemente se deben tener en cuenta las costumbres locales.

7) Producción estimada

Se observa en la tabla anterior que a los 45 años los árboles de pinos pueden alcanzar un D.A.P. con corteza de 41,8 cm. Tomandose 45 años como la edad de corta, se pueden obtener 238 árboles por Ha. con 350 m³. de madera. Además, se han podido extraer un total de 334 m³. por Ha. de madera en los diversos raleos.

Se debe hacer notar que la producción estimada es en condiciones ideales, con un buen sistema de manejo y con buenas prácticas silvícolas; de donde la producción en la realidad

* Las medidas usadas por los madereros en Nicaragua son varas y pulgadas. Una vara es igual a 84 cm. y una pulgada es igual a 2,54 cm.

probablemente sea menor.

b. Medidas preventivas para obtener la reconstrucción del bosque

1) Control de incendios

El control de incendios se puede hacer por dos métodos: control total de los incendios o incendios controlados.

El control total parece factible por las varias carreteras que atraviesan el bosque. Estas carreteras pueden servir como líneas corta fuegos. Pero siempre habrá que ejercer mucha vigilancia, especialmente en la época seca. Para que el método sea efectivo, se necesitan materiales apropiados para combatir incendios y una buena vigilancia, porque con los años se acumula abundante material combustible. Es probable que la inflamabilidad del material acumulado y la intensidad de los incendios potenciales aumenten con la protección absoluta; en cada nueva estación seca hay un enorme riesgo de incendio accidental. Si no es posible mantener ese control, parece preferible usar otro método. Así, se sabe por ejemplo que un bosque de pinos en El Zamorano (Honduras), tuvo un incendio después de 20 años de controlar los fuegos y destruyó toda la masa forestal*.

El otro método consiste en usar la técnica de incendios controlados tempranos, o sean, incendios provocados bajo condiciones conocidas al comienzo del período seco. En este caso, se debe tratar de averiguar si, al igual que en otros pi-

* Dato suministrado por el Sr. Roberto García de la Escuela Agrícola Panamericana (agosto de 1966).

nares del mundo donde este método se usa con éxito, los incendios provocados de esta manera pueden permitir la regeneración del bosque y si la quema ha de ser anual, bianual o con espaciamentos mayores, según la edad y la condición del rodal. Se debe tener en consideración que solamente los árboles de más de cinco metros de altura pueden soportar la primera quema.

En el Proyecto FAO-INFONAC, de la costa atlántica de Nicaragua, se obtiene buena regeneración de Pinus caribaea con quemas controladas cada dos años*.

Debido a que en la orilla del bosque y en el bosque mismo hay pastos que alimentan al ganado y que en esta zona se acostumbra quemar anualmente los pastos, es de suponer que las quemas controladas parecen ser la solución más factible en este momento.

En caso de que exista poca regeneración natural, lo que no es el caso de Yucul, se podría hacer el siguiente plan para regenerar el bosque: comenzar con una quema al fin del período seco para limpiar el terreno. Si se observa que los árboles diseminan poca semilla, es posible sembrar al voleo las semillas de los pinos, anteriormente coleccionadas.

Una vez que haya abundante regeneración, lo cual sí es el caso actual, se debe evitar cualquier incendio en un período de 3 a 6 años, según la condición de la regeneración.

Después de este período, se pueden comenzar los incendios controlados, al igual que en otras partes del mundo donde se practica con éxito este sistema; parece factible usar incendios controlados en períodos de 1 a 3 años.

2) Posibilidades de control de Dendroctonus frontalis

El control del Dendroctonus frontalis en Yucul, es un problema difícil de resolver debido a varios factores.

- a) Es posible que el ataque sea periódico.
- b) El insecto se encuentra endémicamente en el bosque y ataca a árboles débiles (27, 48). Sin embargo, se sabe que la plaga que atacó en Yucul, avanzaba de Honduras y aparentemente no respetaba árboles vigorosos*.
- c) El control químico puede hacerse con B.H.C. (Hexacloruro de benceno) al 12 %, pero es costoso, difícil y tendría que usarse equipo especial (46).
- d) En Honduras, las misiones internacionales (AID y FAO) aparentemente no pudieron controlar el Dendroctonus frontalis. Sin embargo, se ha notado que la plaga ha disminuido en su ataque y que han aumentado los enemigos naturales del Dendroctonus (41). Esto permite suponer que un control biológico puede ser posible, aunque en este momento se ignora en que forma.

Tomando en consideración los aspectos tratados anteriormente y sabiendo que aún no se conoce un sistema eficaz de

lucha (41), cabe acaso esperar que se pueden evitar o aminorar los daños con medidas sanitarias; aquí se incluye vigilancia y rápida detección de cualquier foco infeccioso, procurando su control inmediato, ya sea por el corte, descortezado y quema de la corteza de los árboles infestados. Este método es posible y económico cuando el foco infeccioso es pequeño y cuando el bosque está bajo control.

También es posible aminorar el daño con buenas prácticas silvícolas, tales como evitar el estancamiento en el crecimiento de los árboles y eliminar del bosque los árboles sobremaduros que pueden ser los más susceptibles al ataque.

Se sabe que con buenas prácticas de manejo se controlan los daños de Dendroctonus en el sur de Estados Unidos (38), pero los métodos aplicados y los resultados obtenidos no se pueden utilizar directamente, ya que las condiciones ecológicas, silvícolas y económicas, en estos bosques, son diferentes a las de Nicaragua. Además, cuando una plaga ataca un pinar bien manejado y con la virulencia de la presente epidemia, es dudoso que pueda resistir, aún cuando esté manejado bajo condiciones muy favorables. Solamente la investigación puede contestar esta pregunta.

RESUMEN

Se hace un estudio de la masa forestal de un bosque natural de pino ocote (Pinus oocarpa schiede) atacado por el barrenillo del pino (Dendroctonus frontalis Zimm.). El propósito fue de evaluar la magnitud del daño, encontrar las características de la masa forestal y estimar el posible crecimiento del bosque en condiciones de manejo.

El área donde se hicieron los estudios, cubre una superficie de 211 Ha. y se encuentra a pocos kilómetros al este de Matagalpa, Nicaragua. Tiene una elevación que varía entre los 900 a 1200 m. sobre el nivel del mar.

Los suelos de la región son pobres en elementos minerales y generalmente se usan en forma silvo-pastoral.

La composición de la masa forestal se obtuvo por inventario; se usó el sistema de muestreo sistemático, con el 10 % de intensidad de muestreo. Las líneas del inventario se trazaron cada 100 m. y en estas líneas se colocaron las parcelas; éstas medían 25 m. de largo por 10 m. de ancho.

Los árboles por inventariar se agruparon en pinos, robles y otras especies. Se consideraron en el inventario solamente los árboles mayores de 10 cm. de diámetro a la altura del pecho (D.A.P.).

Se contaron los pinos menores de un año en numerosas sub-parcelas circulares de un metro de radio y se anotaron en el inventario total todos los pinos mayores de un año de edad, hasta 10 cm. de diámetro.

Se estimó el crecimiento de los árboles, a base de los anillos de crecimiento. El promedio entre el tamaño de los anillos de los árboles

de mayor crecimiento y los de crecimiento promedio de todos los árboles perforados, sirvió para estimar el crecimiento en condiciones de bosque manejado.

Se encontraron por Ha., sin incluir árboles caídos, un total de 115,6 árboles con un volumen comercial de $135 \text{ m}^3 \pm 8,5 \text{ m}^3$. (error estándar).

Se distribuían de la siguiente manera:

1. Pinos muertos con 98 árboles y 128 m^3 .
2. Pinos vivos con 31 árboles y 47 m^3 .
3. Robles con 12,3 árboles y $5,3 \text{ m}^3$.
4. Otras especies con 5,3 árboles y 2 m^3 .

Los pinos recién explotados y los caídos se estimaron en 39 árboles por Ha. con un volumen de 51 m^3 .

El porcentaje total de crecimiento fue de 1,63 % y el crecimiento corriente de los pinos vivos fue de $0,8 \text{ m}^3$. por Ha. por año.

La regeneración de este bosque es abundante; se encuentran aproximadamente 22000 árboles por Ha. menores de un año, aunque solamente se encontraron 9 árboles por Ha. con un D.A.P. de 5 a 10 cm. Esto se debe al efecto de los incendios anuales.

Se elaboró una tabla tentativa de producción que muestra un volumen total acumulado de 684 m^3 por Ha. en 45 años de los cuales 334 m^3 corresponden a los raleos. El cálculo de la producción se hizo en base a un bosque coetáneo normal (bosque con un rodal coetáneo por ciclo de corta).

Los incendios periódicos influyen sobre la masa forestal evitando que los pinares desaparezcan por la sucesión natural, pero al mismo tiempo causan daños, principalmente a la regeneración. El control total del incendio puede ser contraproducente, pues el peligro de incendio y los da-

ños que pueden causar aumentan a medida que aumentan los años sin incendios. Los incendios controlados periódicos podrían ser la solución y su aplicación se discute brevemente.

El daño del Dendroctonus frontalis se puede estimar en 106 árboles muertos por Ha., con un volumen de 132 m³.; en el momento del inventario la plaga todavía estaba activa. En la literatura revisada no se encontró un control efectivo y económico contra el ataque de Dendroctonus frontalis en bosques de pinos de Centro América.

SUMMARY

STUDY OF THE TIMBER VOLUME OF A PINUS OCCARPA FOREST IN YUCUL (NICARAGUA) ATTACKED BY DENDROCTONUS FRONTALIS

A study was made of the timber volume of a natural pine forest (Pinus occarpa Schiede) attacked by the bark beetle (Dendroctonus frontalis Zimm.), in order to evaluate the amount of damage, the characteristics of the standing volume and to estimate the possible growth of the forest under conditions of management.

An area of 211 Ha was chosen, located a few kilometers east of Matagalpa, Nicaragua, at an elevation of 900-1200 m over sea level.

The soils of the region are poor in mineral elements and are generally used for production of timber and grazing.

Systematic sampling was used with lines spaced 100 meters apart, with rectangular plots, 25 m long and 10 m wide. The intensity of the sampling was 10 %.

The trees measured were grouped into three categories: pines, oaks and other species. All trees exceeding 10 cm diameter at breast height were taken into consideration.

All pines less than a year were counted in a large amount of circular sub-plots of 1 meter radius and all pines older than a year of age up to 10 cm of diameter were anotated.

Growth was estimated by counting annual growth rings. The average between the size of the largest growth rings and those of all the trees investigated was used as an indicator of growth under management conditions.

Per hectare, without including fallen and recently logged trees, there were 115,6 trees with a volume of $135 \text{ m}^3 \pm 8.5 \text{ m}^3$ (standard error), distributed as follows:

1. Dead pines with 98 trees and 128 m^3
2. Live pines with 31 trees and 47 m^3
3. Oaks with 12,3 trees and 2 m^3

Recently logged and fallen trees were estimated at 39 trees per Ha with a volume of 51 m^3 .

The growth percentage was 1.63 % and the current growth of live pines was 0.8 m^3 per Ha per year.

Natural regeneration was abundant, with 22000 small trees per Ha, less than a year old but of which only 9 reached a diameter of 5-10 cm. This shows a great disparity which is attributed to fire.

A tentative production table was calculated, showing an accumulated total volume of 684 m^3 per Ha in 45 years, of which 334 m^3 correspond to thinnings. The calculation of the production was made on the basis of an even-aged normal forest.

Periodic fires greatly influence the stand, avoiding disappearance of the pines through natural succession but causing damages at the same time, principally to regeneration. The complete control of fires can be self-defeating because of increasing fire hazard as years go by. Controlled periodic burning may be an appropriate solution and its application is briefly discussed.

Damage from Dendroctonus frontalis can be estimated as to 106 dead trees per Ha, with a volume of 132 m^3 ; at the moment of this study the insect was still active.. The literature reviewed does not show an effective and economic control against Dendroctonus frontalis for the Central American pine forests.

LITERATURA CITADA

1. AMOTT, J. et al. Informe de la misión del Comité Interamericano de la Alianza para el Progreso (CIAP) a Honduras. Washington, CIAP, 1964. 50 p. (Informe CIAP N^o 145).
2. ATKINS, M.D. y McMULLEN, L.H. On certain factors influencing Douglas-Fir beetle populations. In World Forestry Congress, 5th., Seattle, Washington, Aug. 29-Sept. 10, 1960. Proceedings. Seattle, Washington, University of Washington. 1960. Vol. 2, pp. 857-859.
3. AUBREVILLE, A. Conferencias sobre ecología forestal tropical. Traducción de J. M. Montoya y G. Budowski. Turrialba, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Programa de Desarrollo Forestal y Programa de Recursos para el Desarrollo, 1965. 74 p. (Mimeografiado).
4. AUNG DIN, U. Pines for tropical areas. Unasylva 12(3):121-133. 1958.
5. BAILEY, L. H. The cultivated conifers in North America. 3rd. ed. New York, The Macmillan Company, 1955. 404 p.
6. BARRETT, W. H. G. Programa de plantaciones experimentales de pinos en el nordeste argentino. IDIA - Suplemento N^o 12:23-35. 1964.
7. BÈGUÈ, L. Les forêts du Nicaragua. Bois et Forêts des Tropiques 107:15-26. 1966.
8. BECKER, M. E. Information for members of the CIAP Commission to Honduras. Tegucigalpa, US-AID, 1964. 8 p. (Mimeografiado).
9. BELT, T. The naturalist in Nicaragua. 2da. ed. London, Edward Bumpus, 1888. 402 p.
10. BRUCE, D. y SCHUMACHER, F. X. Forest mensuration. 3rd. ed. New York, McGraw-Hill, 1950. 483 p.
11. BUDOWSKI, G. The pine bark beetle epidemic in Honduras (Summary of seminar) se. Turrialba, Interamerican Institute of Agricultural Sciences, 1964. 3 p. (Mimeografiado).
12. _____. Some ecological characteristics of higher tropical mountains. Turrialba (Costa Rica) 16(2):159-168. 1966.
13. BUDOWSKI, G. y ROSERO, P. Informe sobre el viaje de observación y prácticas forestales en Centro América y México. Turrialba, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1960. 17 p. (Mimeografiado).

14. BURGERS, F. Informe provisional al Gobierno de El Salvador sobre la situación actual y desarrollo posible de la silvicultura en El Salvador. Roma, FAO, 1961. 101 p. (Informe FAO-ETAP N^o 1422).
15. CABALLERO, R. R. El método mexicano de ordenación de montes. In World Forestry Congress, 5th. Seattle, Washington, Aug. 29-Sept. 10, 1960. Proceedings. Seattle, Washington, University of Washington, 1960. Vol. 1, pp. 486-489.
16. CARRILLO, C. M. Ordenación de nuestros bosques de coníferas; regulación de las explotaciones y determinación de las posibilidades leñosas. México, Editorial Cultura, 1955. 200 p.
17. CIANCIULLI, P. L. Os pinheiros da América Central e México. São Paulo, Instituto da Botânica, 1960. 65 p.
18. CRITCHFIELD, W. B. y LITTLE, E. L. Jr. Geographic distribution of the pines in the world. U.S. Department of Agriculture, Miscellaneous Publication N^o 991. 1966. 97 p.
19. DALLIMORE, W. y JACKSON, A. B. A handbook of Coniferae including Ginkgoaceae. 3rd. ed. London, Edward Arnold, 1948. 686 p.
20. DARRAH, W. C. A geological sketch of Central America and the Antilles. In Verdoon, F., ed. Plants and plant science in Latin America. Waltham, Mass., Chronica Botanica, 1945. pp. 153-156.
21. DENEVAN, W. M. The upland pine forest of Nicaragua. California University, Publications in Geography 12(4):251-320. 1961.
22. FLINTA, C. M. Prácticas de plantación forestal en América Latina. Roma, FAO, 1960. 497 p. (FAO. Cuaderno de Fomento Forestal N^o 15).
23. FOX, G. et al. An appraisal of the southern pine beetle epidemics in Honduras as of April, 1964. Tegucigalpa, US-AID, 1964. 40 p. (Memografiado).
24. FREESE, F. Elementary forest sampling. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook N^o 232. 1962. 91 p.
25. GAUSSEN, H. Théories et classification des climats et microclimats. In Congres International de Botanique, 8^{eme}, Paris, Sect. 7-8, 1954. Paris, 1954. pp. 125-126.
26. GOLFARI, L. Exigencias climáticas de las coníferas tropicales. Unasylva 17(1):33-42. 1963.
27. HARTING, F. Informe al Gobierno de México sobre entomología forestal. Roma, FAO, 1954. 41 p. (Informe FAO-ETAP N^o 263).

28. HASTENRATH, S. Dendrochronologie in El Salvador. Meteorologische Rundschau 16(110-113):1-4. 1963.
29. HOLDRIDGE, L. R. Determination of world plant formations from simple climatic data. Science 105(2727):367-368. 1947.
30. _____. Pine and other conifers. In Food and Agriculture Organization. Tropical silviculture, II. Roma, FAO, 1957. pp. 332-338. (Forestry and Forest Products Studies Nº 13).
31. HOLDRIDGE, L. R., LAMB, F. B. y MASON, B. Los bosques de Guatemala. Informe general de silvicultura, manejo y posibilidades industriales de los recursos forestales de Guatemala. Guatemala, Instituto de Fomento de la Producción de Guatemala, 1950. 174 p.
32. HUSCH, B. Forest mensuration and statistics. New York, Ronald Press, 1962. 474 p.
33. LAMPRECHT, H. y FINOL, H. Programa de estudios sobre coníferas exóticas de los Andes Venezolanos. Primeros resultados de los experimentos. Instituto Forestal Latinoamericano. Boletín Nº 4. 1959. pp. 50-79.
34. LOETSCH, F. y HALLER, K. E. Forest inventory; Statistics of forest inventory and information from aerial photographs. E. F. Bruning, Trans. Munchen, Bayerischer Landwirtschaftsverlag GmbH., 1964. 436 p.
35. LOOCK, E. E. M. The pines of Mexico and British Honduras; a report on a reconnaissance of Mexico and British Honduras during 1947. Pretoria, Union of South Africa, Department of Forestry, 1947. 244 p. (Bulletin Nº 35).
36. MARTINEZ, M. Los pinos mexicanos. 2a. ed. México, Ediciones Botas, 1948. 361 p.
37. McWILLIAM, J. R. Caribbean pine (Pinus caribaea); some notes on its development and characteristics in Central America. Queensland. Forest Service. Research Notes Nº 4. 1954. 33 p.
38. MILLER, J. M. y KEEN, F. P. Biology and control of the western pine beetle. U.S. Department of Agriculture, Miscellaneous Publication Nº 800. 1960. 381 p.
39. MOLINA, R. A. Coníferas de Honduras. Ceiba (Honduras) 10(1):5-21. 1964.
40. MONTENEGRO, M. E. Posibilidades de introducir algunas coníferas de México y América Central en Colombia. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1957. 130 p. (Mimeografiado).

41. ORDISH, G. Pine bark beetle in Honduras. Span 9(2):121-123. 1966.
42. ORGANIZACION DE las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Seminario y viaje de estudios de coníferas latinoamericanas. México, SAG-FAO, 1962. 229 p.
43. PARSONS, J. J. The miskito pine savannas of Nicaragua and Honduras. Annals of the Association of American Geographers 45:48-51. 1955.
44. PRATS-LLAURADO, J. Ficha forestal del Pinus oocarpa Schiede. In World Forestry Congress, 5th., Seattle, Washington, Aug. 29-Sept. 10, 1960. Proceedings Seattle, Washington, University of Washington, 1960. Vol. 3, pp. 1975-1976.
45. POYNTON, R. J. Notes on exotic forest trees in South Africa. Pretoria, South Africa, Department of Forestry. 1960. 166 p. (Bulletin Nº 38).
46. _____. Notes on exotic forest trees in South Africa. Pretoria, The Government Print, 1957. 137 p.
47. PROYECTO DE inventario forestal. Honduras, Secretaría de Estado en el Despacho de Recursos Naturales. Boletín Informativo Nº 2. 1965. 44 p.
48. SCHWERDTFEGGER, F. Informe al Gobierno de Guatemala sobre la entomología forestal de Guatemala. II. La plaga de Dendroctonus en los bosques de pinos y modos de combatirla. Roma, FAO. 1955. 63 p. (Informe FAO-ETAP Nº 366).
49. SCOTT, C. W. Pinus radiata. Roma, FAO, 1960. 328 p. (Forestry and Forest Products Studies Nº 14).
50. SHAW, G. R. The pines of Mexico. Boston, Mass., J. R. Ruites & Co., 1909. 29 p. (Publications of the Arnold Arboretum Nº 1).
51. SMITH, W. R. Possible uses for beetle killed pine trees in Honduras. Tegucigalpa, US-AID, 1964. 12 p. (Mimeografiado).
52. TABLA DE volumen de árboles para Pinus oocarpa (Schiede) volumen medido con corteza. In Secretaría de Estado en el Despacho de Recursos Naturales. Honduras, Proyecto de Inventario Forestal. 1965. Tabla II. (Boletín informativo Nº 1).
53. TABLA DE volumen de árboles para hoja ancha volumen medido con corteza. In Secretaría de Estado en el Despacho de Recursos Naturales. Honduras, Proyecto de Inventario Forestal. 1965. Tabla III. (Boletín informativo Nº 3).
54. TAYLOR, B. W. Estudios ecológicos para el aprovechamiento de la tierra en Nicaragua. I. Managua, Instituto de Fomento Nacional -FAO, 1959. 338 p.

55. TAYLOR, B. W. The status and development of the Nicaragua pine savannas. *Caribbean Forester* 23(1):21-26. 1962.
56. _____. An outline of the vegetation of Nicaragua. *Journal of ecology* 51:27-54. 1963.
57. TERAN, F. e INGER, B. J. *Geografía de Nicaragua*. Managua, Banco Central de Nicaragua. 1964. 266 p.
58. TRUMBLE, H. C. et al. Informe de la misión de FAO a Nicaragua. Roma, FAO. 1952. 223 p.
59. VEILLON, J. P. Ordenación forestal I-II (apuntes provisionales). Turrialba, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1965. 177 p.
60. WALTER, H. Y LIETH, H. *Klimadrogramm-Weltatlas*. Jena, Gustav Fischer Verlag, 1960. p. irr.

APENDICE No 4

Estimación del error estandar a base de 50 parcelas seleccionadas al azar en las 856 parcelas del inventario, estas parcelas son de 250 m².

$$S^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1} (1-f)$$

$$s\bar{x} = \sqrt{\frac{S^2}{856}}$$

$$f = \frac{\text{Area muestreada}}{\text{Area total}}$$

$$\mu = \bar{x} \pm s\bar{x}t$$

\bar{x} = promedio de las muestras

x = valores individuales de las muestras

$\sum x^2$ = suma de los cuadrados de las muestras

$(\sum x)^2$ = suma de las muestras al cuadrado

$(1-f)$ = factor de corrección para poblaciones finitas

μ = promedio real de la población

t = valor en la tabla "t" de Student al 0,05 % = 1,96

$s\bar{x}t$ = error de muestreo

Número de árboles

$$\bar{x} = 2,8$$

$$\Sigma x^2 = 640$$

$$(\Sigma x)^2 = 19600$$

$$s^2 = 5,1$$

$$s\bar{x} = 0,077$$

$$s\bar{xt} = 0,1509$$

Error en porcentaje = $\pm 5,4$

$$\mu = \bar{x} \pm 5,4 \%$$

Número promedio de árboles

por Ha. calculado a base de

las 50 parcelas usadas en

este cálculo = 112.

Número promedio de árboles

por Ha. calculado a base de

las 856 parcelas del inventa-

tario = 115,6.

Area basal en m^2 .

$$\bar{x} = 0,295$$

$$\Sigma x^2 = 7,787$$

$$(\Sigma x)^2 = 218,4484$$

$$s^2 = 0,07$$

$$s\bar{x} = 0,009$$

$$s\bar{xt} = 0,0176$$

Error en porcentaje = $\pm 6,1$

$$\mu = \bar{x} \pm 6,1 \%$$

Area basal promedio por Ha.

en m^2 . calculada a base de

las 50 parcelas usadas en

este cálculo = 11,8.

Area Basal promedio por Ha.

en m^2 . calculada a base de

las 856 parcelas del inventa-

tario = 12,7.

Volumen en m^3 .

$$\bar{x} = 3,32$$

$$\Sigma x^2 = 1019,13$$

$$(\Sigma x)^2 = 27589,21$$

$$s^2 = 9,54$$

$$s\bar{x} = 0,105$$

$$s\bar{xt} = 0,2058$$

Error en porcentaje = $\pm 6,3$

$$\mu = \bar{x} \pm 6,3 \%$$

Volumen promedio por Ha. en

m^3 . calculado a base de las

50 parcelas usadas en este

cálculo = 132,8.

Volumen promedio por Ha. en

m^3 . calculado a base de las

856 parcelas del inventa-

rio = 135,43.