

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CENTRO AGRONOMOICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ANALISIS DEL INCREMENTO DE MADERA Y ESTUDIO DE LA
MANCHA AZUL EN PINUS CARIBAEA VAR. HONDURENSIS
BARR. Y GOLF. EN TURRIALBA — COSTA RICA

TESIS SOMETIDA A LA CONSIDERACION DE LA COMISION DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE POSGRADO EN CIENCIAS AGRICOLAS Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES DEL
PROGRAMA CONJUNTO UCR — CATIE PARA OPTAR EL GRADO DE

Magister Scientiae

NARCISO REYNA RODRIGUEZ

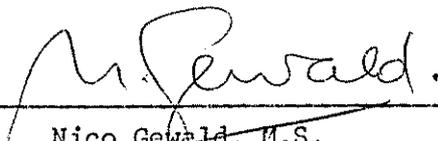
Turrialba, Costa Rica

1978.

Esta tesis ha sido aceptada en su forma presente por la Comisión de Estudios de Posgrado del Programa Conjunto UCR-CATIE, como requisito parcial para optar el grado de

Magister Scientiae

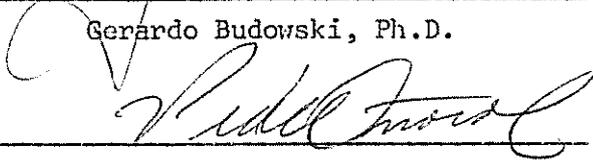
JURADO:



Nico Gewald, M.S. Profesor Consejero



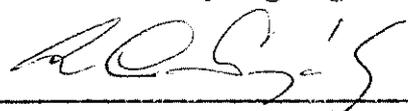
Gerardo Budowski, Ph.D. Miembro del Comité



Pedro Oñoro, Ph.D. Miembro del Comité



Pablo Rosero, Mag. Agr. Miembro del Comité



Coordinador del Programa de Estudios de Posgrado
en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales



Coordinador Sistema de Estudios de Posgrado de
la Universidad de Costa Rica



Narciso L. Reyna Rodríguez
Candidato

DEDICATORIA

Al sacrificio y memoria de
mi madre

A mis queridos hijos:

David, Javier y Anibal

A mi padre

A mi esposa

A mis hermanos

Al pueblo peruano por
su pronta liberación
social y económica.

AGRADECIMIENTO

El autor agradece infinitamente:

Al Ing. Nico Gewald, Consejero Principal, por su valioso aporte en el asesoramiento del presente trabajo.

A los miembros del Comité Consejero: Dr. Gerardo Budowski, por sus excelentes observaciones y sugerencias; Dr. Pedro Oñoro, por sus atinadas proposiciones y, al Ing. Pablo Rosero, por su colaboración.

A los Drs. William Dyson y Joseph Saunders. A los Ings. Loren Ford, Guillermo González y Humberto Jiménez. Quienes en determinadas circunstancias proporcionaron su contribución.

Al Dr. Marc Dourojeanni, Director General Forestal y de Fauna (Perú), por su amplio y decisivo apoyo para la obtención de la beca.

A las instituciones: Dirección General Forestal y de Fauna del Perú, Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA), C.A.T.I.E. y Universidad de Costa Rica, quienes de algún modo administrativo, económico o técnico hicieron factible mis aspiraciones de estudio. Especialmente a la CIDA por la otorgación de la beca para mis estudios de posgrado.

Al personal de la Oficina de Diversificación Agrícola. A los propietarios de las plantaciones forestales inventariadas y representantes del aserradero "Saída".

A James French y Gustavo López, por sus importantes servicios.

A la Licda. María José Galrao por la revisión bibliográfica.

A los demás profesores, compatriotas, colegas y al personal del Programa de Recursos Naturales Renovables. A todas aquellas personas que en alguna forma hicieron grata mi permanencia en este Centro.

BIOGRAFIA

El autor nació en Surco de Lima - Perú.

Sus estudios secundarios los inició en la G.U.E. Bartolomé Herrera y posteriormente en el Colegio Militar Leoncio Prado.

Sus estudios superiores los cursó en la Universidad Nacional Agraria (La Molina) de Lima de 1959 a 1963, egresando como Bachiller en Ciencias Agrícolas. En el año de 1969 obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo.

En el año de 1967, ingresó al Servicio Forestal y de Caza, desempeñando el cargo de Asistente y luego, el de Jefe Encargado de la Región Forestal de Iquitos.

A partir del año 1972, como personal de la Zona Agraria II y a partir de 1974 de la Dirección General Forestal y de Fauna, representó al Programa de Desarrollo de Cajamarca, como contraparte en el área forestal, ante una Misión del Gobierno de Bélgica. En julio de 1976, renunció al cargo para seguir estudios de Posgrado.

En agosto de 1976 ingresó al Sistema de Estudios de Posgrado del Programa Conjunto UCR -CATIE en el Programa de Recursos Naturales Renovables, graduándose en julio de 1978.

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
A. Silvicultura	3
1. Prácticas de raleo	3
2. Rendimiento de madera	14
B. La "mancha azul"	16
1. Desarrollo y agentes causantes de la "mancha azul" ..	16
2. Prevención y control de la "mancha azul"	18
3. Apilado y contenido de humedad de la madera	23
4. Densidad	25
3. METODOS Y MATERIALES	27
A. Incremento de madera	27
1. Localización del estudio	27
2. Parcela permanente	29
a. Establecimiento de la parcela	29
b. Cálculo del índice de espaciamento relativo (S%) de Hart	30
c. Raleo	31
d. Factor mórfico y coeficiente de forma	31
e. Porcentaje de corteza	32
3. Esquema analítico	33
a. Area basal	33
b. Altura de la masa forestal	33
c. Factor mórfico y coeficiente de forma	34
d. Porcentaje de corteza	35
e. Volúmen de madera	36
B. Prevención y control de la "mancha azul"	38
1. Localización del estudio	38
2. Descripción del ensayo	38

	Página
a. Trozas (tucas)	38
(1) Obtención de trozas	38
(2) Tratamiento de trozas	40
(3) Apilado en el bosque	41
(4) Transporte y apilado en el patio del aserradero	41
(5) Contenido de humedad	42
b. Madera aserrada	43
(1) Aserrío de trozas	43
(2) Tratamiento de la madera aserrada	43
(3) Apilado de madera aserrada	45
(4) Determinación del contenido de humedad en la madera aserrada	46
(5) Determinación de la densidad	47
3. Evaluación	48
a. Madera aserrada	48
b. Troza	48
4. Esquema analítico	50
a. Madera aserrada	50
b. Trozas	50
c. Contenido de humedad	51
d. Densidad	51
4. RESULTADOS	52
A. Incremento de madera e índice de espaciamiento relativo (S%) de Hart	52
1. Incremento medio anual (I.M.A) de madera	52
2. Altura mayor	54
3. Diámetro y altura	54
4. Factor mórfico y coeficiente de forma	56
5. Porcentaje de corteza	58
6. Índice de espaciamiento relativo (S%) de Hart ..	60
B. Prevención y control de la "mancha azul"	61
1. Madera aserrada	61
a. Contenido de humedad	65

	Página
2. Troza (tuca)	67
a. Evaluación de trozas a 45 días	67
(1) Contenido de humedad de trozas	69
b. Evaluación de trozas a 90 días	69
(1) Contenido de humedad de trozas	72
3. Densidad	72
4. Prueba adicional	72
5. DISCUSION	73
A. Incremento de madera e índice de espaciamiento relativo (S%) de Hart	73
1. Incremento de madera	73
2. Diámetro, altura y densidad de árboles	78
3. Factor mórfoico y coeficiente de forma	78
4. Porcentaje de corteza	81
5. Índice de espaciamiento relativo (S%) de Hart .	82
B. Prevención y control de la "mancha azul"	84
1. Madera aserrada	84
2. Trozas	88
6. CONCLUSIONES	92
7. RESUMEN	94
7A. SUMMARY	96
8. LITERATURA CITADA	98
9. APENDICE	106

LISTA DE CUADROS

TEXTO

Cuadro No.		Página
1	Programas de raleo para <u>Pinus patula</u> , sobre clase de sitio II en Sur Africa, año de 1939	7
2	Programas de raleo de <u>Pinus</u> spp. sobre tres clases de sitio, en Sur Africa	8
3	Programa de raleo en plantaciones de <u>Pinus patula</u> , en Tazania	9
4	Programas de raleo de <u>Pinus patula</u> para la producción de madera de aserrío, en Sur Africa	11
5	Programas de raleo de <u>Pinus patula</u> para la producción de pulpa, en Sur Africa	13
6	Determinación de la altura de la masa forestal, en parcelas de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u>	53
7	Incremento anual del DAP, de la altura de la masa forestal y de la altura mayor, en <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> , de 9 a 12 años de edad	55
8	Evaluación de la acción de cuatro tratamientos para prevenir y controlar la "mancha azul", en madera aserrada (0,025 x 0,15-0,35 x 1,50 m) de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> , en un período de 52 días .	62
9	Evaluación de la acción de dos tratamientos para prevenir y controlar la "mancha azul", en trozas de 1,50 m de largo de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>Hondurensis</u> , en un período de 45 días	66
10	Evaluación de la acción de dos tratamientos para prevenir y controlar la "mancha azul" en trozas de 1,50 m de largo de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> , en un período de 90 días	68

APENDICE

Cuadro No.		Página
11	Datos registrados en la estación meteorológica del CATIE, durante el año de 1977	107
12	Datos registrados en la estación meteorológica del CATIE, desde la iniciación de las observaciones hasta diciembre de 1977	108
13	DAP y factor mórfico del <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> , utilizadas para calcular el análisis de regresión y la función de regresión	109
14	DAP y porcentaje de corteza del <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> , utilizadas para calcular el análisis de regresión y la función de regresión	110
15	Factor mórfico y porcentaje de corteza de las parcelas de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> , obtenido de la función de regresión	111
16	Factor mórfico y coeficiente de forma de las parcelas de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> , obtenido directamente con la fórmula	111
17	Porcentaje de corteza y espesor de corteza, calculado a la mitad de la altura del árbol, en parcelas de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u>	112
18	Índice de espaciamiento relativo (8%) de Hart, en las parcelas de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u>	113
19	Análisis de parcelas de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> en Turrialba, Costa Rica	114
20	Tabla de Hart. Relación entre número de árboles por hectárea y el promedio de las distancias entre los árboles	115
21	Características de los árboles de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> de 11 años de edad tumbados para la obtención de las trozas usadas para la prevención y el control de la "mancha azul"	116
22	Contenido de humedad de muestras de 15 cm de ancho procedente de la madera aserrada al momento del apilado	117

Cuadro No.		Página
23	Determinación del peso seco de las maderas aserradas de 0,85 m de largo secadas al aire libre bajo techo, mediante el sistema de apilado horizontal	118
24	Contenido de humedad de las maderas aserradas de 0,85 m de largo, durante el secado al aire libre bajo techo, por un período de 52 días en <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u>	119
25	Contenido de humedad obtenido al momento del tumbado, con muestras de discos de madera de cinco centímetros de grosor, extraídas a una altura de 1,50 m del árbol	120
26	Contenido de humedad en trozas apiladas al aire libre en el bosque, para períodos de 45 y 90 días	121
27	Densidad de madera de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> , de 11 años de edad, calculado por el método del peso seco al horno.	122

Figura N ^o		Página
1	Mapa. Ubicación de las parcelas de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u>	28
2	Datos registrados en la estación meteorológica del CATIE, durante el ensayo sobre prevención y control de la "mancha azul", en <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u>	37
3	Cronograma del ensayo sobre prevención y control de la "mancha azul", en <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> de 11 años de edad. Turrialba, Costa Rica.	39
4	Estimación de la relación entre el D.A.P y el factor mórfico, en parcelas de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u>	57
5	Estimación de la relación entre el D.A.P y el porcentaje de corteza, en parcelas de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u>	59
6	Contenido de humedad de las maderas aserradas (pilas 1,2,3 y 4) secadas al aire libre bajo techo, mediante el sistema de apilado horizontal, para un período de 52 días. <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> , Turrialba- Costa Rica	64
7	Incidencia de la "mancha azul", en trozas de 1,50 m de largo para períodos de 45 (A) y 90 (B) días, después de aplicados los tratamientos	70
8	Vista parcial del rodal de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> en el Coniferato, donde se aprecian los fustes delgados y árboles inclinados, como consecuencia de un raleo tardío y ligero. Edad de 12 años	128
9	Trozas de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> de 11 años de edad, apiladas en el bosque después de los tratamientos	124

Figura N ^o		Página
10	Tratamientos de los separadores de madera de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> , en baño por inmersión con la solución acuosa de pentaclorofenato de sodio	125
11	La madera aserrada expuesta a secado al aire libre en cuatro pilas, por el sistema de apilado horizontal, durante un período de 52 días. Se observa además, el cilindro (estañón) para el preparado de la solución y el recipiente indicado con la flecha, para el baño por inmersión	126
12	pila de madera aserrada en que se aprecian las bases de ladrillo así como la disposición de los separadores	126
13	Vista lateral de una pila de madera aserrada, donde se aprecian las dos tablas en el quinto piso, usadas para determinar el contenido de humedad	127
14	Los separadores sometidos a secado al aire libre, después de preservarse con pentaclorofenato de sodio	127
15	"Mancha azul" en una pieza de madera aserrada no tratada con pentaclorofenato de sodio. La pieza corresponde a una prueba preliminar	128

1. INTRODUCCION

El Pinus caribaea var. hondurensis Barr. y Golf., es una conífera de amplio uso comercial e industrial. Muy apreciado por sus posibilidades a aprovechamiento para madera de aserrío, postes, pulpa para papel y productos secundarios como resina, aguarrás, leña, etc.

La distribución natural del Pinus caribaea Morelet, se encuentra entre los rangos geográficos $27^{\circ}15'$ y $12^{\circ}13'$ latitud Norte y $71^{\circ}40'$ y $89^{\circ}25'$ longitud Oeste (2,45). Comprende parcialmente los países de Nicaragua, Honduras, Belize, Guatemala, Cuba e Islas Bahamas.

Se han establecido plantaciones de Pinus caribaea Morelet, especialmente en países como Australia, Africa del Sur y del Este, Malasia, Brasil, Fiji, Costa Rica, Trinidad, Venezuela, Panamá y Surinam. En todos los casos citados el crecimiento rápido ha sido una característica fundamental.

Esta característica de rápido crecimiento proyecta además un efecto favorable para la conservación del bosque natural que en la actualidad, es mayormente sometido a la extracción selectiva e irracional de especies valiosas. Como una alternativa factible se considera la sustitución gradual de algunas especies tradicionalmente utilizadas en madera de aserrío, por el de Pinus caribaea Morelet .

Con este objeto se estima necesario ampliar los conocimientos sobre técnicas silviculturales apropiadas y, medidas adecuadas de prevención y control de la "mancha azul".

La "mancha azul" afecta tanto a las plantas moribundas como a los productos maderables, provocando el deterioro en la apariencia de la madera y como consecuencia, es causante de grandes pérdidas económicas.

El presente estudio referido al crecimiento y uso del Pinus caribaea var. hondurensis Barr. y Golf., pretende aportar dos contribuciones: a) determinar el incremento volumétrico en plantaciones y b) prevenir y controlar la "mancha azul" en rollizo y en madera aserrada.

2. REVISION DE LITERATURA

A. Silvicultura

En el bosque en estado natural o en plantaciones, usualmente se pretende conseguir un rendimiento permanente y sostenido. Con este fin se elabora un adecuado plan de manejo, basado en datos sobre aspectos climáticos, biológicos y económicos (27).

Una de las revisiones mas recientes y completas sobre pinus caribaea Morelet, es la de Lamb (45), quién menciona que en muchos países se estan desarrollando grandes plantaciones destinadas a la producción de madera para aserrío y para pulpa.

Consecuentemente es necesario realizar los estudios que permitan alcanzar el planteamiento indicado.

1. prácticas de raleo

Wright (1971) citado por Lamb (45), persigue los siguientes objetivos principales a traves del raleo : 1. mejorar la calidad maderera, 2. mantener un incremento de volúmen y, 3. eliminar los árboles suprimidos. El raleo, tiende a incrementar el volúmen final de madera de aserrío (19).

Para decidir el grado y tipo de raleo, Fraser (27) enumera los siguientes factores que deben tomarse en cuenta : la densidad de la plantación, el destino industrial de la producción, el mercado para los productos del raleo, la invasión de malezas a la plantación, la rapidez de crecimiento de la especie forestal y, la producción total de madera.

En cambio Hall (31), recomienda para coníferas tener en cuenta cinco factores : a. incremento potencial de los anillos de crecimiento; b. la cantidad de madera segun el área basal y en relación al índice de sitio; c. las dimensiones comerciales; d) la duración del turno y, e. la rentabilidad mínima.

Segun Cozzo (19) un bosque sin ralear y con alta densidad de árboles, no disminuye el crecimiento en volúmen por unidad de superficie sino, que el incremento en diámetro es demasiado lento. Un raleo precoz destinado a la industria de celulosa, aportará fibras cortas porque la longitud de fibras, aumenta en los primeros años de vida para estabilizarse a los 10 a 12 años.

En cambio Hiley (33) menciona que en Europa y Sur Africa, se ha demostrado que para determinados límites de raleo, la densidad del rodal no influye en el incremento volumétrico de los árboles.

Mann (49) menciona que en parcelas de pinus taeda, el raleo alto, es conveniente para eliminar los árboles defectuosos del estrato dominante, a fin de obtener madera de alta calidad y que luego, debe aplicarse el raleo bajo e intermedio, para aumentar el distanciamiento entre árboles.

Asimismo Crow (20) en ensayos con pinus elliottii, empleó los siguientes métodos de raleo. a. intensivo alto, en donde se eliminan principalmente los árboles codominantes asi como los predispuestos a morir; b. ligero alto, similar al anterior pero de baja intensidad; c. bajo, donde se eliminan los árboles suprimidos y es de moderada intensidad; d. de selección, al cortarse árboles en diferentes estratos y, e. sin raleo. Las parcelas sin ralear con árboles hasta de 24 años de edad,

rindieron un mayor volúmen de madera y tal tratamiento, fue recomendado para rotaciones cortas. En cambio para madera de aserrío, se aconseja el raleo intensivo alto, resultando el ligero alto el mejor, por su alta producción y rentabilidad.

En Estados Unidos en plantaciones de Pinus taeda en Carolina del Sur, se recomiendan raleos periódicos y rotaciones largas para la producción de pulpa y madera de aserrío, respectivamente (28). Este planteamiento es compartido por Suassuna (73) pero, referido al Pinus spp. en general. Feduccia y Mann (25) en plantaciones de Pinus taeda en Louisiana, después del primer raleo efectuado entre los 17 y 22 años de edad, encontraron sobre rangos amplios de clase de sitio, una relación proporcional entre el incremento volumétrico, el área basal residual y el índice de sitio; el crecimiento diamétrico fue inversamente proporcional, a la densidad de árboles comerciables. Los mismos autores para la misma especie en cinco espaciamientos diferentes y distintos índices de sitio, encontraron una correlación entre el diámetro a la altura del pecho y el grosor de la corteza (24).

En Australia, Forrest (26) comparó los efectos de dos raleos sobre pinus radiata. El tipo de raleo definido como no comercial y que muy probablemente se refiere al corte de árboles de escaso valor económico, resultó ser el mejor, en producir incrementos en volúmen en los rodales residuales, en comparación con el raleo de producción.

En Chile, Schmaltz (68) en rodales de Pinus radiata, aplicó los raleos : a. eliminación de líneas alternas, estimada en un 50 por ciento del volúmen total; b. eliminación de árboles dominantes, estimada en un 10 por ciento del volúmen total; c. eliminación de árboles del

estrato superior, con un 40 por ciento aproximadamente del volúmen total y, d. sin raleo. Despues de dos años el mejor fue el raleo en c.

En Louisiana (E.U.) en parcelas experimentales de Pinus elliotii, Bercaw (5) efectuó raleos a los 15 y 25 años de edad de la plantación. Los raleos fueron de 15, 20, 30 y 40 por ciento del área basal; despues de los 25 años. se constató existencias de 28,69 , 29,44 , 27,47 y 19,75 m²/ha de madera, respectivamente. En otro ensayo con la misma especie y luego de los raleos efectuados, dejaron en existencia las areas basales de 12,4 , 17,1 , 24,9 y 28,6 m²/ha; luego de tres años resultó mejor el de 24,9 m²/ha (22).

Segun Kulow y Schumacher (43) en Pinus elliotii de 12 a 17 años de edad, se ralearon el 33 y 45 por ciento de árboles bajos y altos, respectivamente; pero el mejor rendimiento se obtuvo en plantaciones sin raleo. Un resultado similar se obtuvo con la misma especie a la edad de 13 años y 1.400 árb./ha, con tres tratamientos y testigo; raleos de los estratos alto y bajo asi como por selección; el mejor rendimiento se consiguió en rodales sin ralear (39).

En Brasil, para Pinus spp. con densidad de 1.666 árboles por hectarea, Suassuna (73) recomienda iniciar el primer raleo a los seis o siete años con un 40 por ciento de intensidad (660-670 árboles); el segundo, tercero y cuarto raleo, con intensidades de 30 por ciento (290-310 árboles), 35 por ciento (240-250 árb.) y 35 por ciento (150-160 árb.), respectivamente; y cada uno de los raleos está espaciado por tres años, con el raleo inmediato anterior. para el corte final, hay 250 a 300 árboles por ha para madera de aserrío en el término de 20 años.

Wormald (78) presenta dos esquemas de raleo en el cuadro 1. Conviene resaltar que las prescripciones de Craib, plantean una baja densidad inicial de plantación en contra de lo usual por aquella época.

Cuadro 1. Programas de raleo para Pinus patula, sobre clase de sitio II para Sur Africa, año de 1.939, según Wormald (78).

Edad años	práctica corriente			Prescripciones de Craib		
	Arb./ha	DAP del raleo (cm)	Vol. m ³ /ha	Arb./ha	DAP del raleo (cm)	Vol. m ³ /ha
0	2.200	-	-	1.335	-	-
6	1.360	-	-	740	-	-
9	815	12,4	-	-	-	-
14	545	18,0	-	470	12,4	-
25	370	28,2	-	320	30,5	-
35	0	40,6	749	-	-	-
40		-	-	0	45,7	693

Asimismo Hiley (33) presenta en el cuadro 2, otro régimen de raleo de Craib para Pinus spp. sobre tres clases de sitio; para la clase I y II recomienda un espaciamiento de 2,7 x 2,7 m, en cambio para la clase III de 3,6 x 3,6 m. Posteriormente dicho esquema fue modificado parcialmente en el año 1957.

En Tanzania, en Pinus patula con un distanciamiento inicial de 2,4 x 2,4 m y con una densidad de 1.680 árb./ha, se emplea el raleo indicado en el cuadro 3 (60).

Lamb (45) informa sobre raleos, en plantaciones de Pinus caribaea. En Fiji, para producción de pulpa con un espaciamiento inicial de 2,4 x 3,0 (1.390 árb./ha), el primer raleo se realiza a los 6-8 años; el

Cuadro 2. Programas de raleo de Pinus spp., sobre tres clases de sitio en Sur Africa, segun Hiley (33).

Edad años	Prescripciones de Craib 1947			Régimen de raleo revisado 1957		
	<u>Pinus patula</u> , <u>P. caribaea</u> , <u>P. montezumae</u> , <u>P. pinaster</u> . (árb./ha)			<u>Pinus caribaea</u> , <u>P. taeda</u> <u>P. pinaster</u> . (árb./ha)		
	Clase de sitio			Clase de sitio		
	I	II	III	I	II	III
0	1.310	1.310	741	1.310	1.310	1.310
6	-	741	445	-	-	-
7	-	-	-	-	741	741
8	741	-	-	-	-	-
9	-	-	-	741	-	-
12	494	-	-	-	-	-
13	-	-	-	494	-	-
14	-	470	-	-	-	-
15	-	-	-	-	494	371
18	321	-	-	-	-	-
19	-	-	-	321	-	-
20	-	-	297	-	-	-
21	-	-	-	-	-	247
25	-	321	-	-	-	-
26	-	-	-	(222-247)	321 (222-247)	-
30	0	-	210	0	-	-
40	-	J	-	-	0	-
50	-	-	J	-	-	0

Nota. Las cantidades entre paréntesis, indican los posibles raleos a criterio del forestal.

El Pinus caribaea Morelet, antes del año 1950, cubría diversas zonas de América Central, Islas del Caribe y el Sureste de Estados Unidos (45). Little y Dorman en los años de 1952 y 1954, confirmaron las diferencias botánicas de dicha especie encontrado por Loock en 1950. Entonces estos autores acordaron que el nombre de Pinus caribaea, debe retenerse para la América Central e Islas del Caribe y que el "áslash pine" como Pinus eliottii Engelm, para los Estados Unidos.

Cuadro 3. Programa de raleo en plantaciones de Pinus patula en Tanzania (60).

Edad de la plantación			Arboles por ha.
Clase de sitio			
I	II	III	
9 1/2	10	11	1.110
13 1/2	14	15	740
17 1/2	18	19	490
21 1/2	22	23	370
25	30	35	Corta final

segundo a efectuarse a 9-11 años; conservando en dichos raleos la cantidad de 740 y 445 árb./ha respectivamente, con la corta final a realizarse a los 15 años. En otro régimen aconsejan a los 10 años, un raleo fuerte en que el producto es utilizado para pulpa, el siguiente raleo a los 17 años, en donde además de pulpa obtienen trozas para aserrío y, la corta final a los 22-23 años destinado totalmente a madera de aserrío. En cambio en Trinidad, se planta a 2,74 x 2,74 m (1.333 árb./ha). Pero, al carecer de un mercado amplio para comercializar los productos del raleo, Miller, citado por Lamb (45), sugiere aumentar el espaciamiento entre árboles y efectuar el raleo a los 13-14 años y, la corta final a realizarse a los 20-25 años; ésto según Miller, permitirá destinar toda la producción a madera de aserrío.

Voorhoeve y Schulz (77) sugirieron se adopte un método uniforme para establecer las parcelas permanentes de clareo y rendimiento, en las plantaciones forestales de América Tropical y del Sur. Asimismo Silva (69) presentó el "Manual de procedimientos para el establecimiento, intervenciones y mediciones, de las parcelas permanentes de clareo y

rendimiento. Refiere que en la Primera Reunión de Silvicultores en Puerto España de 1967, para las plantaciones forestales de América Latina, se recomendó la adopción de la técnicas de clareo utilizadas por el Servicio Forestal de Surinam, según el estudio de "La necesidad de las parcelas permanentes de clareo y rendimiento en plantaciones forestales", de Voorhoeve y Schulz. La técnica de clareo según el principio del índice de espaciamento relativo (S%)* de Hart, está basado en experiencias de Hart (1928) y luego de Ferguson (1953) en Java y, Becking (1953) y De Vries (1964, 1965), (69,77). Ambos autores consideran que el índice de espaciamento relativo, se fundamenta en que los árboles más altos, requieren de mayor espacio, implicando una medida de la calidad de sitio, relacionada a su edad. Agregan que las parcelas de muestreo para coníferas, puede ser de 0,10 ha, variando de 0,05 a 0,16 ha ; y deben instalarse en rodales coetáneos y homogéneos. Recomiendan establecer un área de aislamiento al borde de la parcela de más o menos 10 metros de ancho, que deberá someterse a igual tratamiento que la parcela. Que la altura mayor de la parcela se obtiene al subdividir la misma, en 10 sub-parcelas para medir en cada una, el árbol de mayor desarrollo. El espaciamento promedio es calculado en la tabla de Hart con el número de árboles de la parcela. Afirman que este método permite : a. comparar la espesura del vuelo a diferentes edades y calidad de sitio, b. prescribir la intensidad de clareos y, c. conocer el desarrollo del vuelo. La presente metodología, es práctica y universal, que es usado actualmente en Surinam y en pequeña escala en algunos países suramericanos (69).

* $S \% = \frac{\text{espaciamento promedio en metros}}{\text{altura dominante promedio en metros}} \times 100$

Cuadro 4. Programas de raleo de Pinus patula para producción de madera de aserrío en Sur Africa, según Wormald (78).

Régimen de raleo	Edad	Arb./ha	Diam. prom. (cm)	S % antes raleo	I.M.A m ³ /ha
Estandar de 1948-70. Citado por Burgers, 1972.	0	1.240	-	-	-
	6	740	15,8	30	12,8
	14	495	26,4	20	19,9
	20	320	32,3	21	21,5
	25	250	27,6	24	21,2
	30	?	41,1	25	20,4
	35	?	43,7	23	20,3
	40	0	45,7	22	19,7
Propuesto por Burgers, 1972.	0	1.240	-	-	-
	10	740	21,6	18	17,5
	15	370	26,6	20	21,8
	20	220	33,8	25	22,3
	25	150	40,6	28	21,8
	30	?	46,7	32	21,4
	35	0	50,8	30	20,7
Propuesto por Grut, 1967.	0	1.330	-	-	-
	10	530	19,0	18	-
	15	270	28,5	24	-
	20	160	36,0	29	-
	25	0	45,5	33	22,2

? posibilidad de raleo en lugar de la cantidad que le antecede.

Asimismo el $S\%$, se ha difundido en otros países fuera del área suramericana: Así Ciancio (15) en plantaciones de Pinus pinaster en Calabria (Italia), empleó el índice de espaciamento relativo de Hart-Becking, así denominado por el autor. Recomienda que el primer raleo debe iniciarse a una edad de cuatro años y continuarse sucesivamente a los 7, 10 y 15 años. En Louvain (Bélgica). en raleos de Pinus nigra, se empleó el S a niveles de 14, 16 y 18 por ciento; este último resultó ser el mejor (4).

En Sur Africa, el índice de espaciamento relativo de Hart, es usado para decidir la oportunidad de raleo al igual que en otros países (78). En el cuadro 4, se presenta el régimen de raleo para obtener madera de aserrío y en el cuadro 5, para la producción de pulpa.

En Surinam, en plantaciones de Pinus caribaea var. hondurensis, en base al $S\%$ se recomienda cuatro tipos de raleo (77). a. raleos muy fuertes en cada 2 a 3 años y el último raleo con una menor intensidad, b. raleos muy fuertes en cada año a partir de 6 años de edad, manteniendo un S entre 24 a 30 por ciento para al final ser mas espaciado, c. raleos ligeros en cada año a partir de 6 años de edad, conservando un S aproximado del 20 por ciento y, d. sin raleo, en este caso se determina el S donde el incremento es nulo.

Consecuentemente Cozzo (19) cita a Versteegh (1966), quién también recomienda el mismo método del $S\%$, para efectuar raleos en plantaciones de Pinus caribaea Morelet.

Finalmente Voorhoeve y Schulz (77) consideran que un S mayor del 30 por ciento es demasiado abierto pero, por debajo del 20 por ciento se estanca el crecimiento del rodal.

Quadre 5. Programas de raleo de pinus patula para producción de pulpa en Sur Africa, según Wormald (78).

Raleo	Edad	Arb./ha	Diam. prom. cm.	S % antes raleo	I.M.A m ³ /ha
Régimen corriente para pulpa. Citado por Cawse, 1972.	0	1.675	-	17	-
	10	990	-	17	23,0
	15	0	-	-	-
Recomendado por Cawse, 1972	0	1.675	-	-	-
	11	1.173	15,2	16	-
	18	704	21,8	13	-
	25	0	30,5	15	27,6
Recomendado por Burgers, 1972.	0	2.800	-	-	-
	10	1.480	15,2	13	22,2
	15	740	20,3	14	24,9
	20	?	24,9	17	26,8
	25	?	27,9	15	28,1
	30	?	30,5	15	28,0
	35	0	32,3	14	27,3

? ... Es posible realizar el raleo en lugar de la última cantidad que le antecede.

2. Rendimiento de madera.

Barrett (3) informa que en Misiones (Argentina) en pinus caribaea, obtuvo incrementos anuales de 45 a 50 m³/ha con corteza (c.c); en Corrientes para la var. hondurensis, encontró 41,2 y 45,5 m³/ha/año c.c (76). Volkart quién es citado por Cozzo (18) en Misiones para la misma especie obtuvo 80 m³/ha y 37 por ciento de corteza, a edad de cuatro años.

En Brasil para pinus caribaea var. hondurensis, se informa de incrementos de 32,9 y 35,8 m³/ha/año c.c; el factor mórfico (f.m) entre 0,44 a 0,59 y el porcentaje de corteza de 29,8 a 36,1 por ciento, para siete años de edad (30).

Lamb (45) presenta una recopilación de rendimientos sin corteza de pinus caribaea. En Fiji, se estima un rendimiento entre 15,0 y 27,8 m³/ha/año. En cambio en Australia, el I.M.A* en promedio fue de 15,0 a 30,84 m³/ha. Sur Africa, presenta un I.M.A de 22,04 m³/ha. para Tanzania, es de 13,7 a 31,23 m³/ha/año. Luego en Jamaica, el I.M.A varía de 14,0 a 21,0 m³/ha hallado hasta un diámetro de 10 cm como mínimo. En Trinidad y Tobago, se obtuvo un I.M.A de 20,0 , 15,6 y 11,4 m³/ha para tres clases de sitio diferentes. Con respecto a Brasil, en parcelas experimentales se encontró para 12 años 19,1 y 26,4 m³/ha/año, para 11 años 16,2 y 17,7 m³/ha/año y para 10 años 17,2 y 18,3 m³/ha/año. En Surinam, en parcelas de 8,5 y 11,5 años de edad el I.M.A fue de 13,2 a 26,8 m³/ha. Lamb, concluye que en sitios apropiados puede esperarse de 21 a 28 m³/ha/año a 30 años de edad. Informe de un porcentaje de corteza del 20 al 30 por ciento para edades de 15 a 20 años de edad.

* I.M.A (Incremento medio anual) que es referido al volúmen total de madera dividido entre la edad de la plantación.

En Mountain Pine Ridge (Belize), sobre seis parcelas de pinus caribaea de 29 años de edad, se obtuvo un I.M.A de 4,55 a 11,29 m³/ha c.c con un f.m de 0,38 a 0,43 (*).

Estudios realizados por Isolan (38) indican que no existen diferencias de calidad de sitio, en las diversas plantaciones de pinus caribaea var. hondurensis, en la zona de Turrialba; obtuvo para árboles dominantes y codominantes, un crecimiento en altura promedio de 2,5 m/año para edades de dos a seis años.

Posteriormente Musalem (52) en Turrialba, estableció varias parcelas experimentales a razón de 100 árboles por parcela para cuatro distanciamientos. Encontró que a los cinco años de edad, el I.M.A fue 36 m³/ha para 2 x 2 m., 39,3 m³/ha para 2,5 x 2,5 m, 27,5 m³/ha para 3 x 3 m y 18 m³/ha para 3,5 x 3,5 m. En cuanto a procedencia considera que para las condiciones de Turrialba, el Pinus caribaea var. hondurensis proveniente de Belize, presenta un mejor crecimiento en diámetro, altura y volúmen que la procedencia de Nicaragua, y esta a su vez, supera a la variedad bahamensis de Bahamas, quedando la variedad caribaea de Cuba, en último lugar. Sin embargo la var. caribaea presenta el mejor fuste y copa y, no tiene "cola de zorro". Este último fenómeno, es muy comun en la var. hondurensis mientras que la var. bahamensis es intermedia.

Salazar (65) en plantaciones de pinus caribaea var. hondurensis en Turrialba, encontró un I.M.A de 63 m³/ha c.c. y 50 m³/ha s.c para ocho años de edad; el f.m fue de 0,53 y el porcentaje de corteza del 20 por ciento.

(*) Información verbal del personal del Servicio Forestal de Belize (Marzo, 1978).

Segun Loaiza (46) en el CATIE (Turrialba), la aplicación de fertilizantes en plantaciones de Pinus caribaea var. hondurensis a la edad de seis meses no tuvo efecto favorable. Esta observación fue confirmada posteriormente por Isolan (38) pero, a edades de dos a seis años y referida al cantón de Turrialba.

B. La "mancha azul"

La "mancha azul" es denominado en el idioma inglés como "blue stain" o "sap stain".

La "mancha azul" o "mancha de la savia" provoca pérdidas por millones de dólares (37). Este daño afecta la apariencia de la madera pero no así, sus propiedades mecánicas y ataca tanto a latifolias como a coníferas (57).

La "mancha azul" es causado por hongos que poseen hifas de color marron oscuro (74). Estas hifas se encuentran en el interior de las células y en los canales resinosos de los rayos de la madera. El color del manchado varía de azul gris a casi negro. En maderas almacenadas bajo condiciones muy húmedas, es posible encontrar al micelio de un color oscuro y, en forma de velo sobre la superficie de la tabla. El color azul, ha sido explicado como un fenómeno de refracción de las hifas a la luz.

1. Desarrollo y agentes causantes de la "mancha azul"

Segun Desch (23) las condiciones esenciales para el desarrollo de los hongos en la madera son : alimento, aire (oxígeno) y, humedad y temperatura apropiada. Los hongos se nutren de las reservas alimenticias almacenadas dentro de las cavidades de la albura (37,74). Las coníferas son particularmente susceptibles.

Kollmann (41) menciona que el contenido de humedad de la madera favorable al ataque de hongos, oscila de 18 a 140 por ciento y el óptimo de 70 a 135 por ciento. Asimismo se señala como óptimo, un rango de 35 a 50 por ciento (42); que es similar al indicado por Lamb (44) de 30 a 65 por ciento. Se considera que la actividad del hongo cesa por debajo del 20 por ciento de humedad de la madera (7).

La temperatura favorable al desarrollo de los hongos, oscila entre 5 a 34 °C con un óptimo de 25 °C (41). Asimismo señalan como óptimo un rango de 25 a 30 °C (7,42,54). A menos de 4 °C y a más de 38 °C el desarrollo es nulo (7).

En Estados Unidos, Boyce (7) informa que la "mancha azul" se observa tanto en árboles moribundos como muertos, en trozas, en tablas y, en sus productos derivados. El daño es causado por los géneros de los hongos Ceratostomella, Endoconidiofora, Alternaria, Cadophora, Diplodia, Discula, Graphium, Hormodendron, Hormonema, Leptographium, Sclerophoma, Sphaeropsis y Trichosporium.

Según Hunt y Garratt (37) los causantes principales de la "mancha azul", son los hongos Ceratostomella spp. (*), Diplodia spp. y Graphium spp. En coníferas probablemente el más común sea el Ceratostomella spp. (37,74).

Henningson y Lundstron (32) mediante ensayos en laboratorio, inocularon determinados hongos causantes de la "mancha azul" sobre maderas de Pinus sylvestris. Comprobaron una difusión de 10 a 15 mm por semana en dirección radial y longitudinal, respectivamente.

(*) Estudios posteriores consideran lo mismo al Ceratostomella como Ceratocystis.

2. Prevención y control de la "mancha azul"

Para prevenir y combatir el daño de la "mancha azul", se han realizado muchos estudios preferentemente en países de América del Norte, Europa y Asia.

Segun Panshin y de Zeeuw (54) el tratamiento químico para prevenir la "mancha azul", no otorga protección indefinida pero es necesario en regiones cálidas. Agregan que el tratamiento para restablecer la apariencia de la madera aserrada que ha sido manchada, puede alterar su aspecto natural.

Kollmann y Coté (42) recomiendan tener en cuenta para el uso de preservativos la retención, penetración y distribución. Consideran cuatro métodos de aplicación : a. sin presión que son el baño por inmersión, el baño en frío-calor y, el atomizador; b. difusión; c. desplazamiento de savia también denominado "método de Boucherí" y, d. a presión e impregnación.

Existen tres tipos de preservativo : a. creosota, b. preservativos solubles en agua como borax, arseniato de cobre y cromo (C.C.A), etc., c. solventes orgánicos como el pentaclorofenol y sus derivados, naphtenato de cobre, óxido tributyltin, etc. (16,17). Los preservativos solubles en agua tienen la ventaja de no manchar la madera y son baratos pero tienen la desventaja, de provocar hinchazon y distorsión, en cambio los solventes orgánicos son caros y manchan la madera con la ventaja, de no ocasionar hinchazon ni distorsión (16).

Para mejorar la absorción del preservativo la madera debe secarse hasta un contenido de humedad del 25 a 30 por ciento (9,35). La penetración de solventes orgánicos en la madera está en relación inversa, al grado de viscosidad del producto.

Segun Bryan y Purslow (9) la aplicación con brocha de la mayoría de preservativos, pueden hacerse al medio ambiente sin necesidad de condiciones especiales; su penetración en la albura de los pinos es de 1,3 a 6,3 mm y para latifolias de 1 a 5 mm (59). En cambio por el método de inmersión se consigue un mejor contacto y mayor penetración; para coníferas con preservativos de baja viscosidad y durante 10 minutos se obtiene una penetración de 6,3 a 9,5 mm (9); para un mismo período se menciona una penetración de 5 a 10 mm para coníferas y solamente 2 mm para latifolias (59). La aplicación por inmersión puede durar de pocos segundos hasta semanas (9). Se afirma que conforme se prolonga la inmersión, se incrementa la absorción y penetración del producto en la madera pero, que el incremento disminuye despues de cinco minutos. El baño por inmersión por tres minutos o menos, equivale a la aplicación con brocha o por nebulizadores (59).

En la aplicación con brocha o con baño ligero, penetran en forma superficial y por lo tanto, proporcionan una protección limitada; en cambio una mayor penetración y mejor protección se consigue a presión o, por el proceso de tanque abierto alternando frío con calor (35). Sin embargo el método a presión requiere de instalaciones especiales y solo puede justificarse comercialmente, para grandes volúmenes de madera; el proceso de tanque abierto, es usado para la preservación de postes y, es sencillo y muy efectivo en coníferas.

Van der Slooten y otros (71) realizaron pruebas de preservación sobre pinus caribaea en Turrialba; emplearon el Osrose 33 (arseniato de cobre y cromo) en solución con agua al cuatro por ciento y el pentaclorofenol al cinco por ciento en aceite. Se usaron los procesos de : Baño

alterno de calor - frío, Lowry y, Rueping; estos dos últimos son métodos a presión de célula vacía, Se obtuvo buenas propiedades de preservación para la especie indicada.

Segun Kollmann (41) para prevenir la "mancha azul", se sumerge la madera en una solución alcohólica de CO_3Na_2 al 4 y 8 por ciento en agua en tiempo seco y húmedo respectivamente y, a 60 °C.

En Ottawa (Canada), Hulme y Thomas (36) en ensayos con madera aserrada de Pinus strobus para prevenir la mancha, obtuvieron con el óxido de zinc amoniacal en baño por inmersión un mejor resultado que, con el fluoruro de sodio y pentaclorofenato de sodio.

Roff y otros (64) realizaron ensayos con Pinus contorta y otras coníferas de los géneros Picea, Abies, Pseudotsuga y Tsuga para prevenir la mancha. La madera aserrada fresca con dimensiones de 0,05 x 0,10 x 2,4 m se dispuso en dos lotes, uno almacenado en Canadá el otro, transportado de Canadá y almacenado en Inglaterra. Usando el método de inmersión, el tetraclorofenato de sodio al 0,5 , 0,8 y 1,4 por ciento fue eficaz para períodos de 6, 12 y 24 meses respectivamente.

En Finlandia y Gran Bretaña, Savory y otros (67) realizaron un ensayo con tablas de dimensiones de 0,10 x 0,025 x 2,0 metros de Pinus sylvestris. El tratamiento por inmersión de una mezcla de pentaclorofenato de sodio con tetraclorofenato de sodio al uno por ciento en solución con agua, resultó eficaz por espacio de tres meses.

En Mc Nair (Trinidad), Pawsey (55) realizó ensayos de prevención de la "mancha azul" en trozas de Pinus caribaea Morelet con diámetro de 15 cm como mínimo y un largo de 2,40 m. Los tratamientos fueron : a. pentaclorofenol al cinco por ciento en aceite diesel aplicado con brocha a los terminales de la troza, b. pentaclorofenol al dos por ciento en aceite diesel mas 0,75 por ciento de isómero gamma aplicado con bomba de mochila a toda la troza y, c. sin aplicación. Se empleó el diseño de bloques completamente al azar con observaciones hasta en 20 semanas. No se obtuvo un resultado confiable debido al bajo número de repeticiones y alta secreción resinosa. En otro experimento similar en Comuto (Trinidad), empleó un mayor número de repeticiones con trozas de igual diámetro y 2,10 m de largo; incrementó el pentaclorofenol al 10 por ciento en aceite diesel y, el isómero gamma al uno por ciento. Para la evaluación a los 8 y 16 semanas cada troza se aserraron en dos cortes longitudinales usando una rejilla de alambre para medir el daño. Obtuvo un ligero decremento del daño y se comprobó la ineficacia del producto; asimismo apreció una relación inversa entre producción de resina e incidencia de "mancha azul".

Posteriormente Pawsey (56) presenta un resumen de los resultados obtenidos, los principales son : a. desarrollo rápido de "mancha azul" en trozas en estaciones tanto secas como húmedas, b. en 16 semanas hubo daño del 20 por ciento en trozas de 2,10 m de largo, c. la mancha prospera en los terminales y en areas descortezadas de la troza, d. no encontró ataque de insectos que influyera en el manchado y, e. sugiere extracción y conversión inmediata de trozas.

En otro resumen de trabajos realizados en el trópico húmedo en coníferas y latifolias, Lamb (44) menciona : a. la aplicación de insecticidas sobre la corteza sana puede reducir fuertemente la "mancha azul", b. en Trinidad y Swaziland, se constató que la corteza intacta evita el ingreso de hongos por cinco semanas pero, es de difícil obtención en la practica y, c. el preservativo en trozas no es efectivo debido probablemente al ingreso de las esporas por finos agrietamientos.

En Inglaterra, para el tratamiento en trozas se recomienda el uso de pentaclorofenol del 2 al 5 por ciento en emulsión, en mezcla con el insecticida hexacloruro de benceno (BHC) a razon de 0,5 a 0,75 por ciento de isómero gamma y consiguen una protección aproximada de tres meses (6,74). En cambio Peck y Mc Millen (57) recomiendan solamente el pentaclorofenol con aceite. Para la madera aserrada afirman que el tratamiento preventivo mas efectivo y económico contra la "mancha azul", consiste en la aplicación de pentaclorofenato de sodio al 0,8 por ciento en solución con agua y a menudo, adicionado con bórax al dos por ciento (6). La madera es sumergida en la solución por 10 segundos aproximadamente. En Suecia el pentaclorofenato de sodio con el bórax, tiende a ser reemplazado por el benomyl (carbamato) para evitar los riesgos de la alta toxicidad al humano (17).

En Estados Unidos, se prescribe para prevenir la mancha en la madera aserrada, la mezcla de lignasan (etyl mercurio fosfato) con santobrite (pentaclorofenato de sodio) al 0,12 y 0,5 por ciento en

solución con agua respectivamente; también la mezcla de lignasan, santobrite y bórax al 0,06 , 0,24 y 0,72 por ciento; agregan que estas concentraciones pueden aumentarse en un 50 por ciento (37). En Chile, Castillo y Saavedra (12) recomiendan los mismos productos a concentraciones similares de 0,75 a 1,0 por ciento de pentaclorofenato de sodio o, en mezcla con bórax al 0,6 y 1,8 por ciento; afirman que el bórax además de actuar como fungicida contribuye a mantener un pH elevado que evita el precipitado del pentaclorofenato.

Los fenoles clorinados se comercializan bajo los nombres de brunobrite, santobrite, permatox, dowicide y cryptogil y, el órgano mercurial como lignasan (66). Los fenoles clorinados son mas persistentes y mas efectivos contra los mohos superficiales, que el órgano mercurial (12).

3. Apilado y contenido de humedad de la madera

La técnica del apilado es el factor mas importante en el secado de la madera al aire libre (23). Asimismo se afirma que el secado de la madera inmediatamente despues del aserrío, es una practica muy efectiva para prevenir el daño de la "mancha azul" (6,54,66).

Koch (40) señala como los beneficios principales en el secado de la madera : a. reducción de peso, b. menor probabilidad al ataque de hongos e insectos, c. aumento de la mayoría de las propiedades de resistencia mecánica cuando la humedad es inferior al 30 por ciento y, d. mayor eficacia de los preservativos.

Rietz y Page (63) mencionan que el secado de la madera al aire libre, tiene la ventaja de un bajo costo inicial pero, con la desventaja de estar sujeto a las condiciones naturales que podrían derivar en defectos como resquebrajadura, rajadura y torcimiento. Para evitar o atenuar estos defectos, recomiendan un apilado adecuado (6,66).

Para el secado de la madera al aire libre, se recomienda el método de apilado horizontal (1). Un buen apilado representa hacer un buen uso del viento y del sol, evitar la caída directa de la lluvia a las pilas (23). Para favorecer la circulación del aire en las pilas, se colocan listones o separadores de madera; su espesor depende del espesor de las tablas a secarse, de la calidad del secado y, de la estación del año. En madera no sujetas a defectos de secado, los listones pueden tener un espesor de 3,75 cm y, cuando son propensas al agrietamiento, de 1,25 cm ; su longitud dependerá del ancho de la pila. Se aconseja que el piso del cobertizo, sea de concreto.

En otro estudio se menciona que el ancho de la pila no debe exceder de 1,80 m y el espacio entre pilas debe estar entre 0,30 a 0,90 m (1). La pila se coloca sobre bases de columnas de ladrillo de 25 a 45 cm de altura y distanciadas a 60 cm una de otra. Los separadores de madera con dimensiones de 2,5 x 2,5 cm o 2,5 x 1,3 cm de ancho y espesor respectivamente, estarán exentas de "mancha azul" o debidamente secadas, de lo contrario, deben preservarse; estos son colocados en sentido transversal a las tablas a intervalos de 60 cm . Las tablas en el apilado deberán separarse lateralmente por un espacio mínimo de 2,5 cm. Las tablas deben tener igual espesor y, pertenecer a la misma especie.

Para hallar el contenido de humedad en las tablas apiladas Savory y otros (67), recomiendan extraer de cada tabla seleccionada, una muestra de 10 cm de ancho a continuación de una distancia de 15 cm de su extremo. En cambio Kollmann y Cotê (42) aconsejan extraer muestras de 1,5 a 2,2 cm de ancho por un largo igual al ancho de la tabla y, a continuación de no mas de 60 cm de un extremo de la tabla. La muestra es pesada en estado verde y luego, secada al horno a 105 °C hasta lograr peso constante (67). Con estos datos se calcula el contenido de humedad con la fórmula (*) respectiva (23,50,67). Las tablas que se emplean para determinar el contenido de humedad en las pilas y de las cuales se extrajeron las muestras, son colocadas en una posición en la pila, que represente aproximadamente su contenido de humedad y, son pesadas periódicamente para conocer su variación.

4. Densidad

La densidad de la madera se obtiene relacionando la masa seca por unidad de volúmen, expresado en gramos/cm³ o kg/m³ (40,42).

La densidad de la madera, es una propiedad física que puede utilizarse para estimar el tiempo de secado de la madera (63).

Para establecer comparaciones de densidades, las maderas del cual proceden, deben haber tenido igual contenido de humedad; sin embargo para comparar densidades de madera seca, se asume un rango de 0 a 12 por ciento de humedad.

$$(*) \text{ Cont. de humedad} = \frac{\text{Peso verde} - \text{peso seco}}{\text{peso seco}} \times 100$$

Kollmann y Côté (42) citan a Treelenburg, quién afirma que la densidad de la madera en estado verde es mayor que la secada al horno; que a igual contenido de humedad la diferencia puede deberse a la estructura celular, presencia de elementos extraños y, otros factores.

Van der Slooten y otros (71) en ensayos en Turrialba con Pinus caribaea de 5 1/2 años de edad, determinaron una densidad promedio de 0,332 gr/cm³ con muestras provenientes de cuatro diferentes alturas de un árbol y, en base al peso y volúmen secado al horno a 105 °C. para la misma especie, se obtuvo una densidad de 0,298 para madera denominada de primavera y de 0,678 para madera de verano (42)

Existe diferencia de densidades entre árboles, dentro de árboles, por efecto de la edad, del índice de sitio, por factores genéticos, etc. (71).

3. METODOS Y MATERIALES

El presente estudio de análisis del incremento de madera y del desarrollo de la "mancha azul" del pinus caribaea var. hondurensis, se llevó a cabo en el C.A.T.I.E y localidades vecinas dentro del cantón de Turrialba.

La estación meteorológica del C.A.T.I.E está ubicada a 602 m.s.n.m con precipitación y temperatura medias anuales de 2.673,8 mm y 22,2 °C respectivamente; la humedad relativa media asciende a 87,4 por ciento (14). Cuadro 11 y 12.

La estación "Turrialba Northern" se encuentra en la ciudad de Turrialba a una altitud de 646 m.s.n.m y registra una precipitación media anual de 2.353,3 mm. En cambio la estación "Atirro" ubicada en la zona del mismo nombre a 600 m.s.n.m registra una precipitación media anual de 3.091,7 mm (13). Fig. 1.

El área de estudio pertenece a la zona de vida bosque muy húmedo premontano según el sistema de clasificación de Holdridge (34).

El estudio comprende dos aspectos : incremento de madera y, prevención y control de la "mancha azul".

A. Incremento de madera

1. Localización del estudio

El estudio se realizó en 10 plantaciones de pinus caribaea var. hondurensis de aproximadamente de 9 a 12 años de edad ubicadas en el C.A.T.I.E así como en las zonas de Atirro, Tres X, pavones y alrededores de la ciudad de Turrialba. Véase el mapa de la fig. 1.

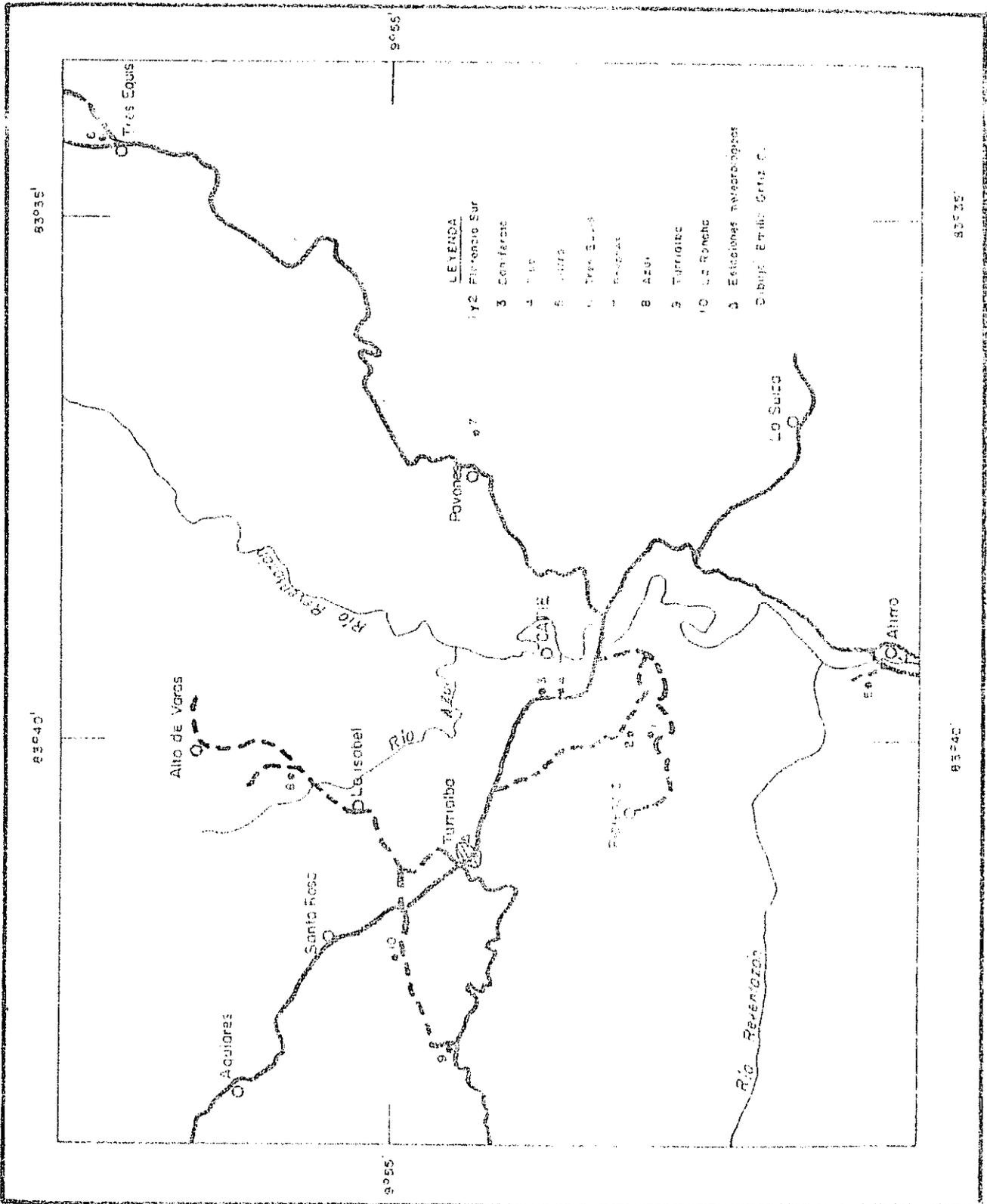


Fig. 1 Mapa Ubicación de las parcelas de Pinus corioba var. hondurensis

Fuente: Heró Taboada de Toluca que escala 1:50,000

2. Parcela permanente

En cada rodal se estableció una parcela permanente siguiendo la "Metodología para la investigación en parcelas permanentes de clareo y rendimiento en plantaciones forestales" de Silva (69).

a. Establecimiento de la parcela

Se demarcó una parcela de un área de 1.000 m^2 (0,10 ha) de forma predominantemente rectangular y, representativa del sitio forestal. Para evitar los efectos de borde en las parcelas se consideró una zona de aislamiento de 10 m de ancho como mínimo.

La demarcación de la parcela se efectuó señalizando con pintura amarilla los tres árboles mas próximos al límite de cada esquina con tres franjas en forma de anillo a una altura aproximada de 1,50 m de cada árbol.

Luego se procedió a la identificación numérica de los árboles ubicados dentro de la parcela mediante el colocado de plaquitas metálicas de 2,3 x 8,5 cm a una altura de 1,40 m en cada árbol y, numeradas en forma correlativa de uno a más.

Seguidamente se midieron los diámetros a la altura del pecho (DAP) en todo los árboles enumerados de la parcela. Al mismo tiempo de registrarse las mediciones en las hojas de campo fueron agrupados en sus respectivas clases diamétricas a intervalos de un centímetro, con el fin de obtener el número de árboles proporcionalmente por clase para finalmente efectuar la medición de sus alturas totales.

Se midieron las alturas de 25 a 35 árboles por parcela según la densidad existente utilizando el hipsómetro Blume Leiss. Para el caso de la altura mayor, la parcela fue subdividida en 10 áreas iguales y en cada una, fue medido el árbol de mejor crecimiento.

La altitud y pendiente del rodal fueron medidos con el altímetro Thommen y el nivel Abney respectivamente.

b. Cálculo del índice de espaciamiento relativo (S%) de Hart

En cada parcela se obtuvo el índice de espaciamiento relativo (S%) de Hart* para determinar el grado de competencia de la masa forestal así como decidir en algunas parcelas la oportunidad e intensidad de raleo.

En el cuadro 18, se detalla la obtención del S% de la masa forestal original para las 10 parcelas en estudio.

De las 10 parcelas del ensayo fueron raleadas solamente cuatro y todas pertenecientes al CATIE denominadas : Florencia Sur I, Florencia Sur II, Coniferato y el Club. Las otras seis no fueron raleadas por carecer de la autorización de sus propietarios.

Para determinar la intensidad de raleo de cada parcela se elevó el S% encontrado en un rango de 4 a 5 unidades, tratando de obtener un S% final de 15 , 20 y 25 por ciento aproximadamente.

Con el valor aumentado de S% de cada parcela y bajo una misma altura mayor, se aplicó la fórmula* respectiva obteniendo la incógnita espaciamiento un valor mas alto.

$$* S \% = \frac{\text{Espaciamiento medio (m)}}{\text{Altura mayor (m)}} \times 100$$

El valor de espaciamento encontrado en la tabla de Hart (pág. 115), proporcionó un número de árboles por hectárea menor a la inventariada; dicha cantidad fue reducida a la décima parte para poder compararlo con la densidad inicial de árboles y por diferencia, obtener el número de árboles a ralear por cada parcela.

c. Raleo

Para efectuar el raleo se marcaron los árboles previamente y al mismo tiempo, se registraron en las respectivas hojas de campo.

Los criterios para seleccionar estos árboles fueron: árboles suprimidos, fuste defectuoso especialmente si había bifurcación, ramificación excesiva, mala conformación de la copa, incidencia del "rabo de zorro" y, alta competencia.

Seguidamente se procedió a la labor del tumbado de árboles marcados usando la motosierra.

Luego del tumbado inicial y como consecuencia de una mayor objetividad de la masa residual, se eliminaron de dos a tres árboles más en cada parcela para uniformizar su espaciamento. Consecuentemente se reajustó el 3%.

d. Factor mórfico y coeficiente de forma

El factor mórfico se calculó con 74 árboles tumbados por efecto de los raleos. Adicionalmente se determinó el coeficiente de forma en 85 árboles.

Para obtener el volumen total del árbol se midieron los diámetros a un metro de altura desde la base y sucesivamente cada dos

metros y la última troza en su parte media. Para el coeficiente de forma fue medido el diámetro del fuste a la mitad de la altura total. En ambos casos, se utilizó el DAP de cada árbol medido con anterioridad.

e. Porcentaje de corteza

El porcentaje de corteza se determinó usando dos métodos. El método del volumen del árbol con y sin corteza y, el método de los diámetros con y sin corteza a la altura media del árbol. Las fórmulas se presentan en la página 35 y 36 de este texto.

Para el método del volumen se utilizaron 31 árboles tumbados por efecto del raleo; de esta cantidad 16 árboles pertenecieron al rodal de Bajo S. Luvas del C.TIE cuyas características de crecimiento son similares a las parcelas en estudio.

De cada árbol se obtuvo el volumen con y sin corteza empleando el mismo sistema de medición e intervalos de troza indicados para el factor mórfico; para el volumen sin corteza se extrajo previamente una sección de corteza necesaria para realizar las mediciones del diámetro en los mismos lugares medidos para con corteza.

Para el método de los diámetros se utilizaron 67 árboles que fueron también empleados para hallar el factor mórfico y el coeficiente de forma.

De cada árbol se midieron el espesor de corteza en su altura media, en los cuatro lados de su circunferencia equidistante entre ellos, empleándose el medidor de corteza. Los datos del DAP y del diámetro a la altura media del árbol correspondiente, se usaron de las mediciones efectuadas para hallar el coeficiente de forma.

3. Esquema analítico

a. Área basal

Con los datos del D.P registrados en las hojas de campo, se procedió a agrupar los árboles en sus respectivas clases diamétricas a intervalos de un centímetro para obtener la frecuencia por clase y finalmente por sumatoria tener el número de árboles por parcela de la masa forestal.

Seguidamente para cada clase diamétrica se anotaron sus respectivas áreas basales usando la tabla de diámetros y áreas basales.

El área por cada clase fue multiplicado por su correspondiente frecuencia de árboles para así obtener el área basal por clase. La sumatoria de estas áreas parciales proporcionó el área basal de la parcela.

para determinar el área basal de la masa extraída, las mediciones respectivas se recabaron de las mismas hojas de campo.

El área basal de la masa residual se obtuvo por diferencia de las áreas basales de la masa original con la masa extraída.

b. Altura de la masa forestal

para hallar la altura de los árboles de la parcela se siguió el procedimiento siguiente.

El área basal de la parcela fue dividido entre el total de árboles de la misma parcela para obtener el área basal promedio de un árbol. A esta área se le encuentra su correspondiente D.P usando la tabla de áreas transversales y diámetros que viene a ser el D.P del árbol medio de la parcela. Cuadro 6.

En forma paralela se procedió a diseñar en un papel milimetrado a escala, un gráfico con ejes de abscisa y ordenada. En la abscisa se colocaron los diámetros y en la ordenada las alturas de los árboles. A continuación se marcó una serie de puntos por intersección de las lecturas de diámetros y alturas de la parcela indicada. Para finalmente trazar a mano una línea curva en forma mas o menos representativa de la dispersión de los puntos.

Para hallar la altura, en el eje de la abscisa se ubicó el DAP del árbol medio obtenido previamente y en dicho punto se levantó una recta perpendicular hasta la intersección con la línea curva y por lectura directa en la ordenada, se obtuvo la altura correspondiente a la masa forestal respectiva.

c. Factor mórfico y coeficiente de forma

El factor mórfico fue calculado mediante la relación del volúmen real con el volúmen del cilindro (*). El volúmen real se obtuvo con la sumatoria de los volúmenes parciales de trozas de dos metros de largo mas el volúmen de la última troza terminal. El volúmen del cilindro se calculó con el DAP y la altura total del árbol. Cuadro 16.

El coeficiente de forma se obtuvo relacionando el área seccional a la altura del pecho con el área a la mitad de la altura total de cada árbol (**). Cuadro 16.

$$(*) \quad \text{Factor mórfico} = \frac{\text{Volúmen real (m}^3\text{)}}{\text{Volúmen cilindro (m}^3\text{)}}$$

$$(**) \quad \text{Coeficiente de forma} = \frac{\text{Área a mitad de altura (m}^2\text{)}}{\text{Área DAP (m}^2\text{)}}$$

para el cálculo del volúmen de la masa forestal se utilizaron los valores del factor mórfico.

Pero como solamente cuatro parcelas poseían el factor mórfico (f.m) se optó por obtener una línea de regresión que permita asignar un f.m a partir del DAP promedio para cada una de las 10 parcelas en estudio. La línea de regresión simple se trazó en base a los datos del DAP con su respectivo f.m. En acción casi simultánea se obtuvo el análisis de regresión. Para ambos casos se empleó la computadora electrónica del C.A.T.I.E.

Con el gráfico de la línea de regresión se obtuvo el f.m para cada parcela en la misma forma indicada para hallar la altura de la masa forestal; o sea con el DAP promedio en la abscisa se levantó una recta perpendicular hasta la intersección con la curva de regresión para obtener el f.m respectivo en la ordenada por lectura directa. Fig. 4. para hallar el f.m de la masa residual, se siguió el mismo procedimiento usando el DAP promedio de esta masa.

d. Porcentaje de corteza

El porcentaje de corteza calculado por el método del diámetro con y sin corteza se obtuvo aplicando la fórmula respectiva (*). El diámetro sin corteza de la altura media de cada árbol se obtuvo restando al diámetro con corteza, el doble del espesor de corteza promedio de los cuatro lados de la circunferencia. Cuadro 17.

$$(*) \text{ Porcentaje de corteza} = 1 - \frac{(\text{diam. mitad alt. s.c})^2}{(\text{diam. mitad alt. c.c})^2} \times 100$$

El porcentaje de corteza calculado por el método del volúmen se determinó con la fórmula correspondiente (*). Cuadro 14.

El volúmen con corteza y el volúmen sin corteza se obtuvo en la misma forma que el factor mórfico, usando las mediciones de diámetro con y sin corteza para cada caso. El porcentaje de corteza de este método fue usado para determinar el I.M.A de madera sin corteza de la masa forestal.

Para asignar el porcentaje de corteza a las parcelas se siguió el mismo procedimiento que para el factor mórfico. Se trazó la línea de regresión en base al D.P y al respectivo porcentaje de corteza de cada árbol. Con el D.P promedio de la parcela y la línea de regresión se obtuvo el porcentaje de corteza de la parcela. Fig. 5.

El gráfico de la línea de regresión simple y el respectivo análisis de regresión se efectuaron en la computadora del C.TIE.

e. Volúmen de madera

El volúmen de madera fue calculado utilizando la fórmula tradicional (**). Con este objeto se emplearon el área basal, la altura media y el factor mórfico de las respectivas masas forestales original y residual.

El volúmen de la masa extraída se obtuvo por diferencia de los volúmenes de la masa original con la masa residual.

$$(*) \quad \text{Porcentaje de corteza} = \frac{\text{Volúmen c.c} - \text{Volúmen s.c}}{\text{Volúmen c.c}} \times 100$$

$$(**) \quad \text{Volúmen (m}^3\text{)} = \text{Área basal (m}^2\text{)} \times \text{alt. media (m)} \times \text{f.m.}$$

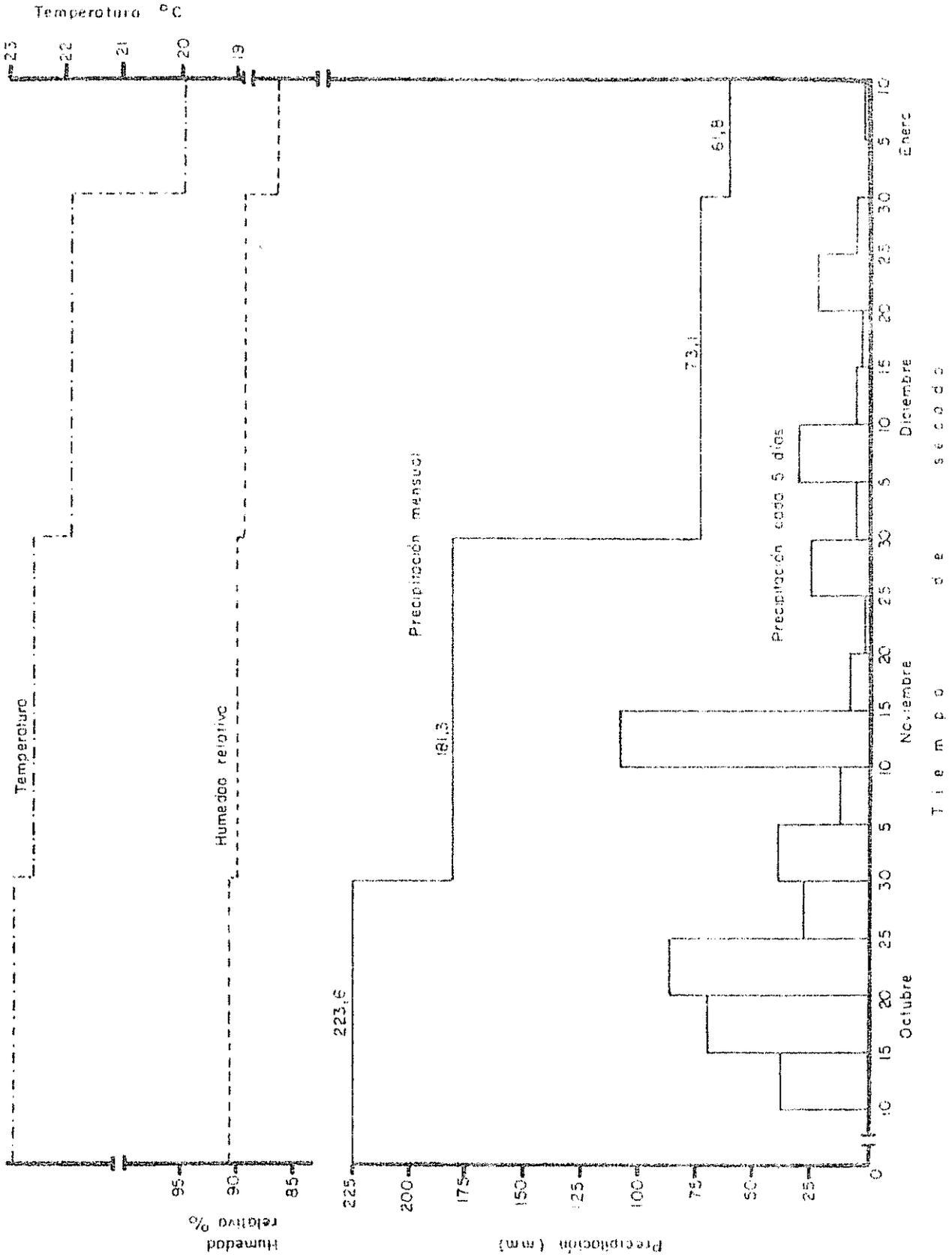


Fig. 2 Datos registrados en la estación meteorológica del CATIE durante el ensayo sobre prevención y control de la "mancha azul" en *Pinus caribaea var hondurensis*

B. Prevención y control de la "mancha azul"

El estudio de prevención y control de la "mancha azul" sobre el Pinus caribaea var. hondurensis de 11 años de edad, se ha orientado hacia fines prácticos mediante una secuencia lógica y bajo condiciones normales de trabajo. Observar el cronograma en la fig. 3.

1. Localización del estudio

El presente ensayo se ha desarrollado en varias fases de estudio. La fase de tumbado, troceado y apilado de trozas se llevó a cabo en el bosque de Florencia Norte; el apilado de las maderas aserradas para el secado al aire libre en el vivero forestal; ambos dentro del CATIE. Una fase y parte del apilado de trozas y todo el aserrío, se realizó en el aserradero "Saida" de Turrialba.

2. Descripción del ensayo

a. Trozas (tucas)

(1). Obtención de trozas

Las trozas fueron extraídas de una plantación de Pinus caribaea var. hondurensis del sector de Florencia Norte como resultado del raleo practicado en dicha plantación.

Esta plantación que forma parte de un ensayo de espaciamiento circular fue seleccionado en razón al mayor desarrollo diamétrico del fuste que las otras plantaciones del CATIE.

Luego de la señalización de los árboles a ralearse se procedió al tumbado, tratando que el corte a 10 cm de altura sea neto, sin rasgadura.

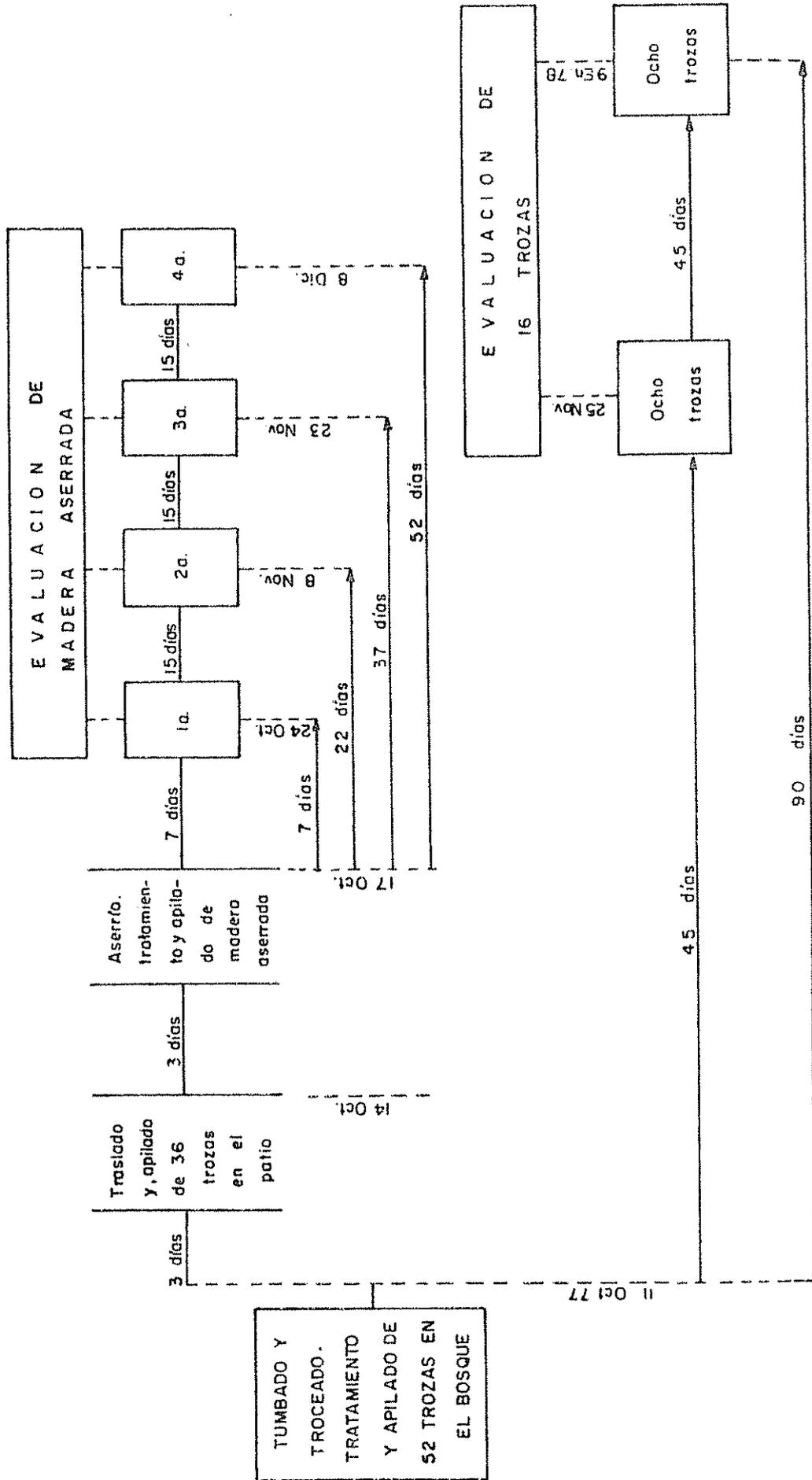


Fig. 3 Cronograma del ensayo sobre prevención y control de la "mancha azul" en Pinus caribaea var. hondurensis de 11 años de edad. Turrialba. Costa Rica

Después del desrame respectivo se procedió a seccionar el fuste en trozas (tucas) de 1,50 m de largo y diámetro no menor de 20 cm. Se usó la motosierra para el tumbado y troceado, la cinta diamétrica para verificar el diámetro mínimo y, una varilla delgada para medir la longitud de la troza.

En total se tumbaron 10 árboles para obtener las 52 trozas para el ensayo. De cada árbol se obtuvo las trozas en número par con el fin de que la muestra tenga una representación adecuada de la población. Cuadro 21.

Al momento del tumbado se hizo la identificación de los árboles con letras desde la A hasta la J. Las trozas conforme se obtenían se marcaban con la letra del árbol de su procedencia, seguido de un número que indicaba la posición de la troza en el árbol; el número uno para la primera troza, el dos para la segunda y así sucesivamente. La marcación con crayolas de color rojo y negro se realizó alternando ambos colores entre las trozas de un árbol como entre las primeras trozas de los árboles. Ejemplo las trozas A1, A2, A3, del árbol A y las trozas B1, B2, B3, del árbol B; se marcaron con color rojo a A1, A3 y B2 y, con color negro a A2, B1 y B3. Cuadro 21.

La combinación de colores tuvo importancia posterior en la elección del material para los tratamientos.

(2). Tratamiento de trozas

A las 26 trozas marcadas con color rojo se aplicó el producto pentaclorofenol al cinco por ciento en aceite diesel (PD). Este preparado en cantidad de cuatro litros fue proporcionado por la oficina

de Diversificación Agrícola que lo utilizan en el preservado de postes.

La aplicación con brocha se hizo en ambos extremos de corte de latroza, en los nudos y en general donde la madera estaba expuesta libremente por rotura de la corteza.

Las 26 trozas numeradas con color negro no recibieron aplicación del producto (T1).

(3). Apilado en el bosque

Las trozas fueron apiladas al borde del bosque. Para el apilado se armaron tres bases de fustes de árboles utilizando el material residual de los árboles troceados.

Cada base se formó con fustes paralelos entre sí y espaciados en un metro, cuya longitud aproximada fue de 10 metros. Sobre estas bases y en sentido transversal se apilaron las trozas con y sin preservativo en forma estrictamente al azar. El apilado y el preservado se realizaron en forma simultánea.

Finalmente se armaron tres pilas, dos pilas de 20 trozas cada una y la otra de 12 trozas. Fig. 9.

Para el arrastre y carguío de trozas se utilizó el equipo denominado "perro"; consiste en dos brazos de madera con uñas de fierro en forma de tenaza para aprisionar las trozas y es manipulado por dos operarios.

(4). Transporte y apilado en el patio del aserradero

Después de permanecer tres días en el bosque, un total de 36 trozas, 18 de cada tratamiento fueron trasladados al patio del

aserradero. Se armaron dos pilas de 18 trozas cada una y, en forma similar al apilado en el bosque.

La elección de las trozas en el bosque y el apilado posterior se hicieron en condiciones estrictamente al azar. Cuadro 21.

Las trozas permanecieron tres días en el patio del aserradero y luego fueron aserrados.

(5). Contenido de humedad

para determinar el contenido de humedad del árbol al momento del tumbado, se extrajo un disco de cinco centímetros de grosor a una altura de 1,50 m o sea, a continuación de la primera troza de cada árbol.

Estas muestras identificadas con el número del árbol de procedencia fueron embolsados en envases de polietileno antes del pesaje en estado verde, para evitar la pérdida excesiva de humedad.

Los 10 discos de madera en tales condiciones se transportaron al laboratorio donde fueron descortezados empleando un machete para luego efectuarse el pesado en una balanza de báscula. Finalmente las muestras fueron expuestas al medio ambiente dentro del laboratorio para propiciar un secado inicial en forma lenta. Después de cinco días las muestras fueron colocadas dentro de un horno a una temperatura de 105 °C hasta lograr peso constante.

La acción de extracción de los discos hasta el pesaje en verde se realizó en el mismo día y en el tiempo mas breve posible.

b. Madera aserrada

(1). Aserrío de trozas

Las 36 trozas con y sin preservativo fueron aserradas despues de permanecer tres días en el patio del aserradero.

Para efectuar el aserrío las trozas se colocaron en fila en un lugar cercano a la sierra y, en orden alfabético y numérico. En el primer grupo se ubicaron a las trozas con preservativo marcadas con color rojo y luego a las trozas sin preservativo.

Sucesivamente cada troza de 1,50 m de largo fue aserrada en tablas de 2,50 cm de espesor y, debidamente cantoneadas. Por cada troza se obtuvo de 5 a 14 tablas con un ancho variable de 15 a 35 cm de las tablas.

Las tablas conforme eran obtenidas se marcaban con una letra seguido de números, usando el mismo color que la troza de origen. La letra seguido del primer número indicaba la procedencia de la troza y el número siguiente significaba el número de la tabla.

(2). Tratamiento de la madera aserrada

El tratamiento de las tablas se realizó en un cobertizo del vivero forestal del C.TIE e inmediatamente despues de ser transportadas desde el aserradero.

para el tratamiento químico se empleó el producto pentaclorofenato de sodio al cinco por ciento en solución con agua (PS) y bajo el sistema de baño por inmersión durante 10 segundos aproximadamente.

El preparado del preservativo se llevó a cabo en un cilindro

(estañon) de 200 litros de capacidad, abierto por un extremo. En este recipiente se vertió 100 litros de agua y seguidamente se depositó cinco kilogramos de pentaclorofenato de sodio. La solución fue agitada intensamente con una varilla de madera hasta lograr una completa solución del producto.

A continuación la solución fue ~~vertida~~ en un recipiente con dimensiones de 0,30 m de altura, 0,60 m de ancho y 3,50 m de largo cuya forma semejaba a una tina de baño. Fue construido con dos cilindros (capacidad de 200 litros cada uno) por cortes longitudinales en dos partes iguales y soldados por sus extremos. En la fig. 10 y 11, se observa el recipiente.

Seguidamente las tablas marcadas con números impares tanto de color rojo como negro, eran introducidas sucesivamente dentro de la solución, colocándose dos tablas a la vez a lo largo del recipiente; al cabo de 10 segundos aproximadamente se extraían una a una, para su apilado respectivo y al mismo tiempo ser reemplazadas por otras tablas hasta concluir con el proceso del preservado. Esta labor se realizó con dos operarios. Por la alta toxicidad del producto fue necesario el uso de guantes de hule, anteojos protectores y, de máscara antitóxica.

El tratamiento químico se hizo en 160 tablas marcadas con números impares; en cambio las 143 tablas de números pares de ambos colores no fueron preservadas. Finalmente se obtuvieron cuatro tratamientos : A) 77 tablas preservadas con pentaclorofenato de sodio (PS) procedente de trozas preservadas con pentaclorofenol (PD), B) 83 tablas preservadas con pentaclorofenato de sodio (PS) procedente de trozas testigo (T1), C) 64 tablas testigo (T2) procedente de trozas preservadas

con pentaclorofenol (PD) y, D) 79 tablas testigo (T2) procedente de trozas testigo (T1).

Consecuentemente los tratamientos fueron : A (PS + PD), B (PS + T1), C (T2 + PD) y D (T1 + T2). Cuadro 8.

(3). Apilado de madera aserrada

El apilado de madera aserrada se realizó en el cobertizo del vivero forestal cuyas dimensiones fueron de 5 x 12 m . El piso era de cemento y el techo de láminas de asbesto soportado sobre columnas de concreto. Fig. 11.

Previamente a la labor del apilado se prepararon listones o separadores de madera de Pinus caribaea var. hondurensis de dimensiones de 2,50 x 3,75 x 150,00 centímetros. A fin de descartar la posibilidad de contagio de la "mancha azul", los separadores fueron preservados con igual producto y secadas durante 10 días bajo similares condiciones a las indicadas para la madera aserrada. Fig. 10 y 14.

Para el secado de las maderas aserradas al aire libre se empleó el sistema de apilado horizontal. Con este fin para cada pila se formaron bases de columnas de ladrillo a alturas de 25 cm y dispuestas de tres por tres en cuadrado con una separación de 30 a 40 cm entre ellas. Sobre estas bases se colocaron tres separadores paralelos entre sí y sobre estos separadores, se ubicaron cinco tablas por cada piso en sentido transversal. Así sucesivamente en forma alterna de tres separadores por cada cinco tablas uniformemente distribuidas hasta apilar los cuatro tratamientos por cada pila. Seguidamente las demás pilas siguieron el mismo procesamiento.

Los separadores en cada pila, fueron dispuestos por el lado que tenía 3,75 cm a fin de conseguir el mismo espacio entre dos pisos consecutivos de tablas con excepción de la base que fue de 2,50 cm de altura. Fig. 12.

En el quinto piso de cada pila se ubicaron las dos tablas de 85 cm de largo cada una, que fueran seleccionadas para determinar el contenido de humedad de las pilas mediante su pesaje periódico. Para facilitar dicho pesaje se dispuso de dos pisos consecutivos de separadores cruzados entre sí, con el objeto de liberar a las tablas de la parte superior. Fig. 13.

Finalmente se formaron cuatro pilas y cada una, estaba representada por los cuatro tratamientos. No hubo selección de tablas al momento del apilado, solamente fueron agrupados en cantidades similares por cada tratamiento y distribuidas en forma tal, de estar expuestas a las mismas condiciones ambientales. Fig. 11.

(4). Determinación del contenido de humedad en la madera aserrada

Para determinar el contenido de humedad de la madera aserrada (tablas) se seleccionaron al azar dos tablas por cada tratamiento antes de iniciarse el preservado mencionado.

De cada tabla se extrajo una muestra de 15 cm de ancho ubicada a 50 cm del extremo de la tabla de 1,50 m de largo. La muestra fue marcada con la numeración de la tabla original. Cuadro 22.

Tanto las muestras como las tablas en número total de ocho para cada caso, fueron pesados en una balanza de alta precisión para las muestras y una de báscula para las tablas. Estas tablas a razón

de dos por pila se colocaron en el quinto piso (pág. 127) para obtener una representación adecuada del contenido de humedad de cada pila.

Las tablas se pesaron periódicamente a intervalos de dos a tres días hasta la finalización del secado al aire libre. En cambio las muestras fueron expuestas a secado al aire libre por cinco días y luego sometidas a secado al horno a 105 °C hasta lograr un peso constante.

(5). Determinación de la densidad

La densidad se determinó con las muestras de madera usadas para hallar el contenido de humedad e inmediatamente después de concluirse el secado al horno.

De cada muestra de madera se extrajo una sub-muestra con dimensiones de 2,5 x 4,0 x 7,5 cm aproximadamente y debidamente cepilladas utilizando para este caso una sierra pequeña y una cepilladora.

Las ocho sub-muestras se pesaron en una balanza de una aproximación de un décimo de gramo y luego fueron revestidas con una fina película de laca. En acción casi simultánea se pesó un recipiente de vidrio de un litro de capacidad con $3/4$ partes de agua.

Seguidamente en la parte céntrica del lado menor de la sub-muestra, se introdujo parcialmente una aguja de alambre de un milímetro de espesor; el objeto fue sumergir totalmente la sub-muestra dentro del recipiente con agua mediante una ligera presión por el mango de la aguja, evitando cualquier contacto con dicho recipiente. Al mismo tiempo se registró el peso correspondiente. En el cuadro 27, se detalla la obtención de la densidad.

3. Evaluación

a. Madera aserrada (tablas)

La evaluación de la incidencia de la "mancha azul" en tablas se inició a los siete días después del tratamiento respectivo y se continuó a intervalos sucesivos de 15 días; con períodos de 7, 22, 37 y 52 días para la primera, segunda, tercera y cuarta evaluación respectivamente.

Para realizar la evaluación fue necesario la remoción de las cuatro pilas y con este objeto se preparó previamente las bases para un quinto apilado.

Para detectar el daño de la "mancha azul", cada tabla era revisada minuciosamente. Al observarse el daño se marcaban con un plumón los límites máximos de la zona manchada mediante líneas transversales a la tabla; al mismo tiempo eran medidos en sentido longitudinal a la tabla empleando el sistema métrico. La limitación del daño se hizo con el fin de apreciar su incremento en la evaluación siguiente.

Al término de la evaluación de cada tabla, estas eran apiladas sucesivamente sobre las bases preparadas para el quinto apilado y en la misma forma ya mencionada. El espacio desocupado por una pila era cubierto por la pila a evaluarse y así consecutivamente. En la siguiente evaluación las pilas fueron ubicadas en su posición inicial siguiendo una rotación hasta concluir con las evaluaciones.

b. Trozas

Las evaluaciones de la "mancha azul" de las trozas apiladas en el bosque se realizaron a los 45 y 90 días.

para la evaluación a los 45 días se eligieron al azar ocho trozas, cuatro por cada tratamiento. En el bosque se dejaron igual cantidad de trozas para la evaluación a los 90 días.

Las trozas en ambos períodos fueron aserradas en tablas de cinco centímetros de espesor para realizar la evaluación de la "mancha azul". Las tablas conforme se obtenían por el aserrío se numeraban siguiendo el mismo sistema indicado para el caso anterior.

Las tablas obtenidas de trozas a los 45 y 90 días, se evaluaron midiendo la longitud de la "mancha azul" en centímetros y a partir de sus extremos. Los daños provocados por los nudos fueron medidos desde el centro del daño hacia ambos lados del manchado.

En la evaluación de la "mancha azul" a los 90 días, se especificó el manchado de los extremos proximal y distal de cada troza. Para los 45 días no se identificaron dichos extremos.

Para identificar los extremos en las tablas, las trozas que habían sido previamente marcadas en el extremo proximal fueron orientadas de tal manera que el aserrío de la troza se iniciaba por dicho extremo. Consecuentemente las tablas también eran marcadas en el mismo extremo. El extremo sin marca era identificado como del extremo distal de la troza.

Al término de cada evaluación se determinó el contenido de humedad en la madera. Con este fin por cada período evaluativo se seleccionaron al azar cuatro tablas procedente de dos trozas por tratamiento.

De cada tabla se extrajo por cortes transversales una muestra de 10 cm de ancho ubicada a 50 cm del extremo de la tabla. La

muestra fue pesada en forma inmediata y luego, expuesta al aire libre por cinco días para luego someterse al secado al horno a 105 °C hasta obtener un peso constante.

4. Esquema analítico

a. Madera aserrada

Con los datos de la cuarta evaluación en madera aserrada se programó efectuar el análisis de variancia del diseño de bloques completamente randomizado para los cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Sin embargo al analizar los datos se apreció una notable diferencia entre los tratamientos A y B con C y D, que se optó por realizar la prueba de t de Student entre dichos pares de tratamientos. Cuadro 8.

El análisis de variancia se realizó solamente entre los tratamientos C y D con cuatro repeticiones.

b. Trozas

Con los datos de la evaluación de la "mancha azul" en trozas para 45 días, se realizó el análisis de variancia del diseño estadístico de bloques al azar con muestreo en base al promedio de daño por troza.

Para la evaluación de la "mancha azul" en trozas para 90 días, se realizó el análisis de variancia del diseño estadístico arreglo factorial, en base al promedio del daño de cada terminal por troza.

c. Contenido de humedad

Para hallar el contenido de humedad de los discos de madera y de las muestras de madera de 10 cm y 15 cm de ancho, en ambos casos se procesaron sus respectivos datos de peso verde y peso seco al horno con la fórmula (*) indicada.

El contenido de humedad de las tablas durante el período de secado de las pilas se determinó calculando en primer término su peso seco. Véase cuadro 23 (pág. 118).

Con el peso seco y las pesadas periódicas se aplicó la fórmula para obtener en los mismo períodos, el contenido de humedad de las tablas apiladas. Cuadro 24.

Con el promedio de humedad por pila obtenido de las dos tablas por cada pila se realizó el análisis de variancia del diseño de bloques al azar con muestreo, con cuatro tratamientos y 21 repeticiones. Asimismo el contenido de humedad de las pilas, se representaron gráficamente para apreciar su variación a través del tiempo de secado. Con este fin se usó la computadora electrónica del CATIE.

d. Densidad

La densidad fue calculada con sub-muestras de dimensiones de 2,5 x 4,0 x 7,5 cm y, en estado seco. En el cuadro 27 (pág. 122), se presenta el cálculo de la densidad.

$$(*) \text{ Cont. de humedad} = \frac{\text{Peso verde} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

4. RESULTADOS

A. Incremento de madera e índice de espaciamiento relativo (S%)

En el cuadro 19, se presentan los principales resultados del análisis de las parcelas de Pinus caribaea var. hondurensis.

1. Incremento medio anual (I.M.A) de madera

La parcela Azul tiene un I.M.A de $68,44 \text{ m}^3/\text{ha}$ con corteza (c.c) y un área basal de $62,72 \text{ m}^2/\text{ha}$, siendo las mas elevadas en relación al resto de parcelas medidas, ademas posee una de las densidades mas altas con 1.310 árb./ha .

A continuación la parcela Tres X, acusa un I.M.A de $59,21 \text{ m}^3/\text{ha}$ c.c. y tiene 1.200 árb./ha . La parcela Turrialba, no obstante de haber sido raleado y poseer una de las densidades mas bajas con 720 árb./ha , presenta un I.M.A (incompleto) de $53,78 \text{ m}^3/\text{ha}$ c.c.

La parcela la Roncha, tiene un I.M.A de $49,98 \text{ m}^3/\text{ha}$ c.c con una densidad de 1.310 árb./ha ; Pavones presenta un I.M.A de $44,02 \text{ m}^3/\text{ha}$ c.c y 1.260 árb./ha .

Luego con similares rendimientos, se encuentran las parcelas de Atirro y Coniferato con I.M.A de $41,82 \text{ m}^3/\text{ha}$ c.c respectivamente y tienen las mas altas densidades con 1.430 árb./ha y 1.360 árb./ha .

Con el menor rendimiento se presenta la parcela el Club con un I.M.A de $31,61 \text{ m}^3/\text{ha}$ c.c y una densidad de 1.170 árb./ha . Las parcelas de Florencia Sur I y II, presentan sin tomar en cuenta el volúmen extraído en un raleo anterior, un I.M.A de $34,29$ y $32,90 \text{ m}^3/\text{ha}$ c.c. respectivamente.

Cuadro 6. Determinación de la altura de la masa forestal, en parcelas de Pinus caribaea var. hondurensis.

Nº	parcela	Arb.x parce- la	Area basal x par- cela (m ²)	Arbol promedio		Altura m
				Area basal (m ²)	DAP (cm)	
1	2	3	4	5	6	7
1	Florencia Sur I	67	3,6752	0,0548	26,40	24,0
2	Florencia Sur II	60	3,3208	0,0553	26,55	21,0
3	Coniferato	136	4,5645	0,0335	20,70	22,0
4	Club	117	3,0827	0,0263	18,30	19,0
5	Atirro	143	4,1934	0,0293	19,35	19,5
6	Tres X	120	5,8513	0,0487	24,90	20,8
7	Favones	126	4,5860	0,0364	21,50	19,0
8	Azul	131	6,2724	0,0478	24,70	20,5
9	Turrialba	72	4,7056	0,0653	28,85	24,0
10	La Roncha	131	5,0293	0,0383	22,10	20,0

Detalle :

- 5 ---- Se obtiene dividiendo 4 entre 3.
- 6 ---- Se halla con 5 en la tabla de areas basales.
- 7 ---- Se determina con 6 en el gráfico de la curva DAP - altura.

El volúmen de madera despues del raleo para las parcelas del Club, Florencia Sur II, Florencia Sur I y Coniferato, fueron de 198,08 , 236,47 , 318,55 y 367,80 m³/ha c.c respectivamente.

2. Altura mayor

La altura mayor referida en términos de incrementos anuales se presentan en el cuadro 7.

Las parcelas de Turrialba, Azul, Tres X, la Roncha y el Club, tienen incrementos en altura mayor de 2,61 , 2,60 , 2,44 , 2,33 y 2,33 metros por año, respectivamente. Asimismo en orden decreciente Atirro, Pavones, Florencia Sur II, Florencia Sur I y Coniferato con 2,30 , 2,29 2,19 , 2,16 y 2,09 metros por año.

3. Diámetro y altura

La parcela Turrialba presenta los incrementos anuales de DAP y de altura, mas elevados con 2,98 cm y 2,48 m respectivamente. En cambio Azul y Florencia Sur II poseen un incremento de DAP de 2,80 y 2,72 cm por año y, una altura de 2,32 y 2,15 m por año, respectivamente, en ambos casos. Cuadro 7.

Luego las parcelas de Tres X, la Roncha, Pavones, Florencia Sur I, tienen incrementos de DAP de 2,58 , 2,29 , 2,26 y 2,23 cm por año y, alturas de 2,17 , 2,07 , 2,00 y 2,03 metros por año, respectivamente, para ambos casos

El Club y Atirro presentan un mismo incremento anual de DAP de 2,01 cm y similar incremento en altura de 2,09 y 2,03 m/año respectivamente. Finalmente Coniferato tiene un DAP de 1,76 cm/año y una altura de 1,78 m/año.

Cuadro 7. Incremento anual del DAP, de la altura de la masa forestal y, de la altura mayor, en Pinus caribaea var. hondurensis, de 9 a 12 años de edad.

Nº	Parcela	Arb./ha	Incremento medio anual		
			DAP (cm)	altura masa forest. (m)	altura mayor (m)
1	Florencia Sur I	670	2,23	2,03	2,16
2	Florencia Sur II	600	2,72	2,15	2,19
3	Coniferato	1.360	1,76	1,87	2,09
4	Club	1.170	2,01	2,09	2,33
5	Atirro	1.430	2,01	2,03	2,30
6	Tres X	1.200	2,58	2,15	2,44
7	Pavones	1.260	2,26	2,00	2,29
8	Azul	1.310	2,80	2,32	2,60
9	Turrialba	720	2,98	2,48	2,61
10	La Roncha	1.310	2,29	2,07	2,33
P r o m e d i o :			2,36 cm	2,12 m	2,33 m

4. Factor mórfico y coeficiente de forma

El análisis de regresión entre las variables del DAP y del factor mórfico, indican que existe relación significativa (p^* de 0,05) de ambas variables medidas por el coeficiente de correlación.

Al calcular la función de regresión entre las variables indicadas, se obtuvo un coeficiente de determinación del ocho por ciento. Esto indica una débil correlación entre las dos variables. Fig.4.

El factor mórfico para las parcelas fue estimada a partir del gráfico de la función de regresión respectiva. Cuadro 15 y 19. Fig. 4.

Consecuentemente el factor mórfico de la masa original para las parcelas de Florencia Sur I, Florencia Sur II y Turrialba fueron de 0,46. Para Tres X y Azul se estimó en 0,47. Pavones la Roncha Y el Coniferato tuvieron un factor de 0,48. Finalmente el Club y Atirro presentaron el factor mórfico mas elevado de 0,49.

Despues de haber efectuado el raleo, la masa residual de las parcelas de Florencia Sur I y II, presentaron el mismo factor mórfico que la masa original mencionada; en cambio el Coniferato y el Club, aumentaron en una unidad, siendo de 0,47 y 0,48 respectivamente. Cuadro 19.

El coeficiente de forma de las parcelas raleadas de Florencia Sur I, Coniferato, Florencia Sur II y el Club, fueron de 0,42 , 0,44 , 0,48 y 0,48 respectivamente. Cuadro 16.

* probabilidad.

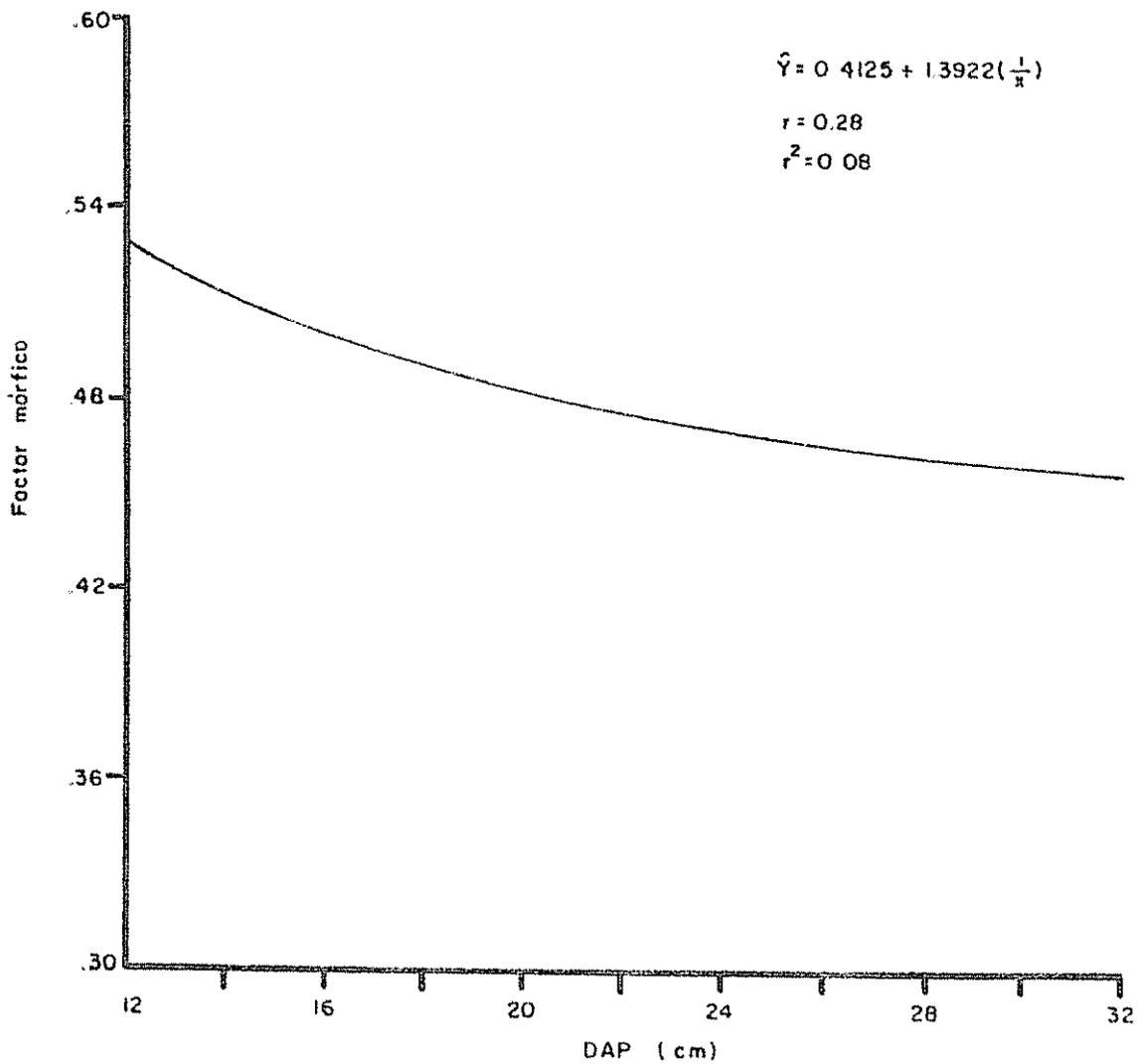


Fig. 4 Estimación de la relación entre el DAP y el factor m3rfico en parcelas de Pinus caribaea var. hondurensis

5. Porcentaje de corteza

El análisis de regresión calculado con las variables del porcentaje de corteza y el DAP, indica que existe relación significativa (p de 0,05) entre ambas variables medidas por el coeficiente de correlación.

Al calcular la función de regresión lineal entre las variables indicadas, se obtuvo un coeficiente de determinación del 17 por ciento, que indica una débil correlación entre ambas variables. Asimismo se halló que el porcentaje de corteza medido por la variable Y , fue inversamente proporcional al DAP al obtenerse una correlación negativa. Fig. 5.

Para calcular el volúmen de madera sin corteza en las parcelas, el porcentaje de corteza usado, se obtuvo de la función de regresión lineal.

Las parcelas de Florencia Sur I, Florencia Sur II y Turrialba tienen 21 por ciento de corteza cada uno. Tres X, Atirro, Pavones y la Roncha, tienen igual porcentaje de corteza con 23. En cambio el Club con el DAP promedio mas bajo. le corresponde un valor de 24 por ciento. Cuadro 15.

El porcentaje de corteza calculado por el método del diámetro a la altura media del árbol. fueron de 24, 27, 30 y 31 por ciento para las parcelas del Club, Florencia Sur II, Florencia Sur I y Coniferato, respectivamente. Cuadro 17.

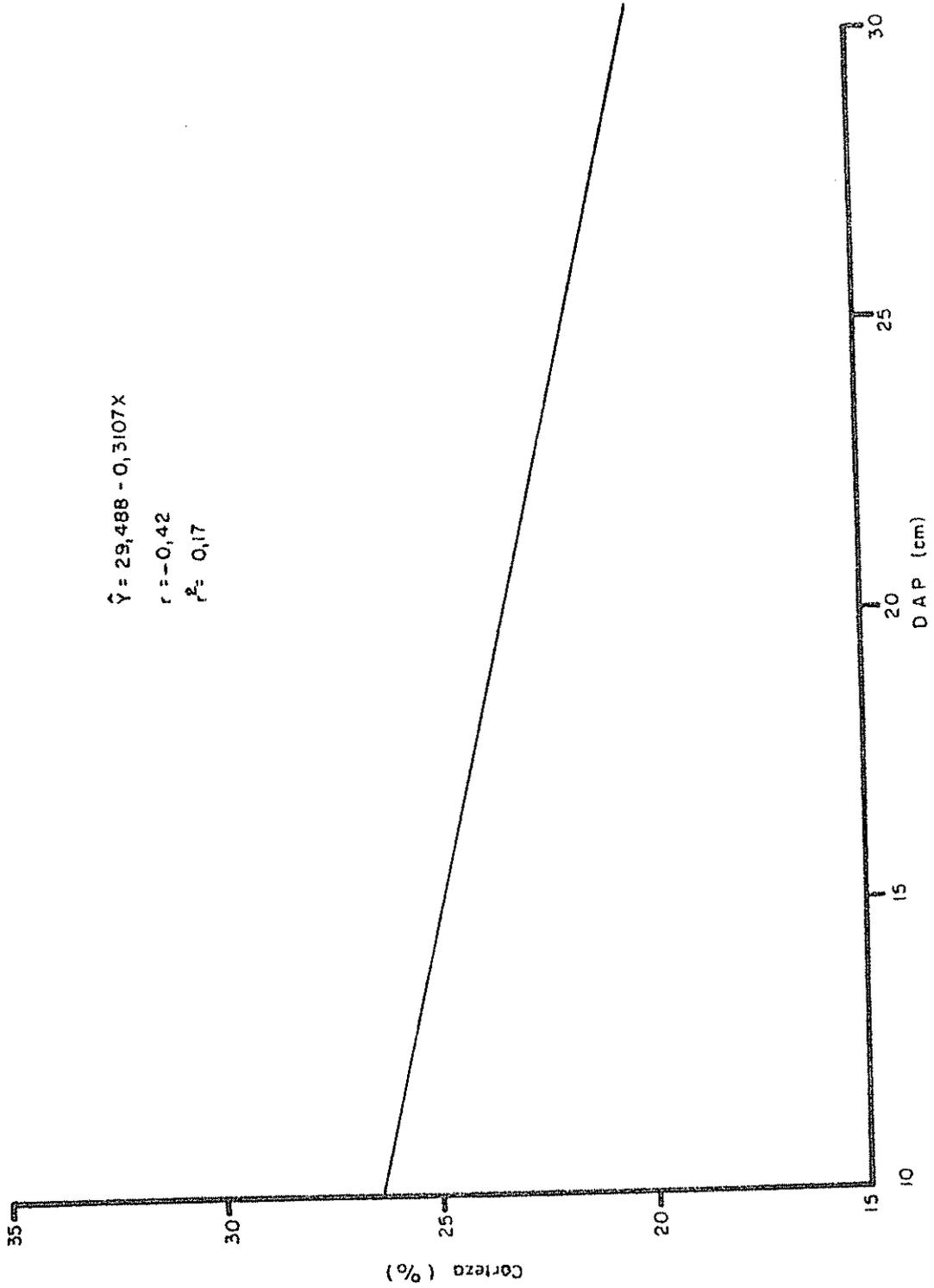


Fig. 5 Estimación de la relación entre el DAP y el porcentaje de corteza en parcelas de Pinus caribaea var. hondurensis

6. Índice de espaciamiento relativo (S%) de Hart

El índice de espaciamiento relativo (S%) de Hart, en las parcelas de Coniferato, Atirro, Azul, Tres X y la Roncha, fueron de 11,8 12,9 , 12,9 , 13,0 y 13,2 por ciento, respectivamente. Las densidades en el mismo orden fueron de 1.360 , 1.430 , 1.310 , 1.200 y 1.310 árb./ha. Cuadro 18.

Las parcelas de pavones y el Club. le correspondía inicialmente un S de 13,9 y 14,8 por ciento, con 1.260 y 1.170 árb./ha respectivamente. Las parcelas de Turrialba, Florencia Sur I y Florencia Sur II. tenían un S de 15,9 , 16,2 y 20,5 por ciento, con densidades de 720, 670 y 600 árb./ha respectivamente.

El valor de S% en las parcelas de Coniferato, Florencia Sur I, Club y Florencia Sur II, se aumentaron por efecto de los raleos, a 15,8 , 20,2 , 20,4 y 25,1 por ciento respectivamente. El incremento de S% en el mismo orden fueron de 4,0 , 4,0 , 4,6 y 5,6 por ciento, por eliminación de 600, 240, 500 y 200 árb./ha respectivamente. Cuadro 18.

Las densidades extraídas expresadas en términos de porcentaje del número de árboles existentes, eran de 33,33 por ciento (200 árb./ha) para Florencia Sur II, de 35,82 por ciento (240 árb./ha) para Florencia Sur I, de 44,12 por ciento (600 árb./ha) para Coniferato y 47,01 por ciento (550 árb./ha) para el Club. Cuadro 18.

B. Prevención y control de la "mancha azul"

1. Madera aserrada

En el cuadro 8, se presentan los resultados de la evaluación del efecto de los tratamientos en la prevención y el control de la "mancha azul" en madera aserrada. Se observa que los tratamientos A (PD+PS) y B (T1+PS), fueron totalmente efectivos en el control de la "mancha azul"; en cambio los tratamientos C (PD+T2) y D (T1+T2), presentan daños en una gradación de casi el 100 por ciento.

La prueba de t de Student, indica la existencia de diferencia altamente significativa (p de 0,01), entre los tratamientos de A y B con C y D. Cuadro 8.

El análisis de variancia de los tratamientos C y D, se presentan en el cuadro siguiente. Se observa que no hubo diferencia significativa entre tratamientos ni entre bloques (pilas).

F. V.	G.L	S.C	C.M	F	
Bloques	3	127,21	42,40	0,56	N.S
Tratamiento	1	76,02	76,02	1,45	N.S
Error	3	157,17	52,39		
Total	7	360,40			

N.S No significativo.

Las maderas aserradas que habían recibido los tratamientos C y D, fueron cubiertos parcial y totalmente por una intensa coloración negruzca por la presencia del moho en los primeros cuatro días del apilado. La madera aserrada (tablas) ubicadas en el interior de la pila, eran las mas afectadas. Fig. 15.

Cuadro 8. Evaluación de la acción de cuatro tratamientos para prevenir y controlar la "mancha azul" en madera aserrada (0,025 x 0,15-0,35 x 1,50 m) de Pinus caribaea var. hondurensis, en un período de 52 días.

Tratamiento	Mancha azul (cm)						
	Pilas				Promedio		Porcentaje %
	1	2	3	4	tratamiento	A + B C + D	
A (PD + PS)	0	0	0	0	0	145,35	0
B (T1 + PS)	0	0	0	0	0		0
C (PD + T2)	147,0	144,6	148,7	128,6	142,27		94,8
D (T1 + T2)	150,0	143,7	150,0	150,0	148,44		99,0

Prueba de t de Student :

$$t = \frac{145,35 - 0}{(24,19/4)^{1/2}} = 59,08$$

$$t \neq 59,08 ** (p \text{ de } 0,01)$$

Tratamientos

PS ---- pentaclorofenato de sodio en solución con agua al cinco por ciento.

PD ---- pentaclorofenol en aceite diesel al cinco por ciento.

T1 ---- testigo, sin aplicación en troza.

T2 ---- testigo, sin aplicación en tabla.

Después de aproximadamente 12 días, fue posible distinguir en las tablas, el característico manchado de color azul pero, en algunas tablas aun se presentaba en forma casi imperceptible. A los 25 días aproximadamente, la percepción de la "mancha azul" fue mas nítida pero, en un avance casi generalizado y coincidiendo con la disminución progresiva de la humedad en las tablas.

Las tablas con tratamientos A y B presentaron al término del apilado, una apariencia natural y libre de "mancha azul" con excepción del causado por el efecto de los nudos de ramas muertas. Antes de aplicarse el preservativo de pentaclorofenato de sodio, las tablas ya presentaban daños de "mancha azul" por dicho efecto, a razón de 11 daños para tablas del tratamiento A y 13 para el tratamiento B. La amplitud de estos daños variaba de 2,5 a 10 cm y al final de las observaciones, se comprobaron que no habían progresado.

Las tablas con tratamiento C y D tuvieron similares daños y al final no eran diferenciables por el manchado general.

Para apreciar la posible sanidad integral de las tablas que habían recibido un tratamiento exitoso, se seleccionaron al azar una tabla por cada tratamiento de A y de B. Luego fueron aserradas a partir de sus extremos en secciones transversales de 2,5 cm. Finalmente se obtuvieron 10 secciones por cada extremo de cada tabla y en el interior, no se apreció daño de "mancha azul" demostrando una cobertura eficaz del preservativo, para el período indicado. El contenido de humedad en las tablas se encontraba por debajo del punto de saturación de la fibra.

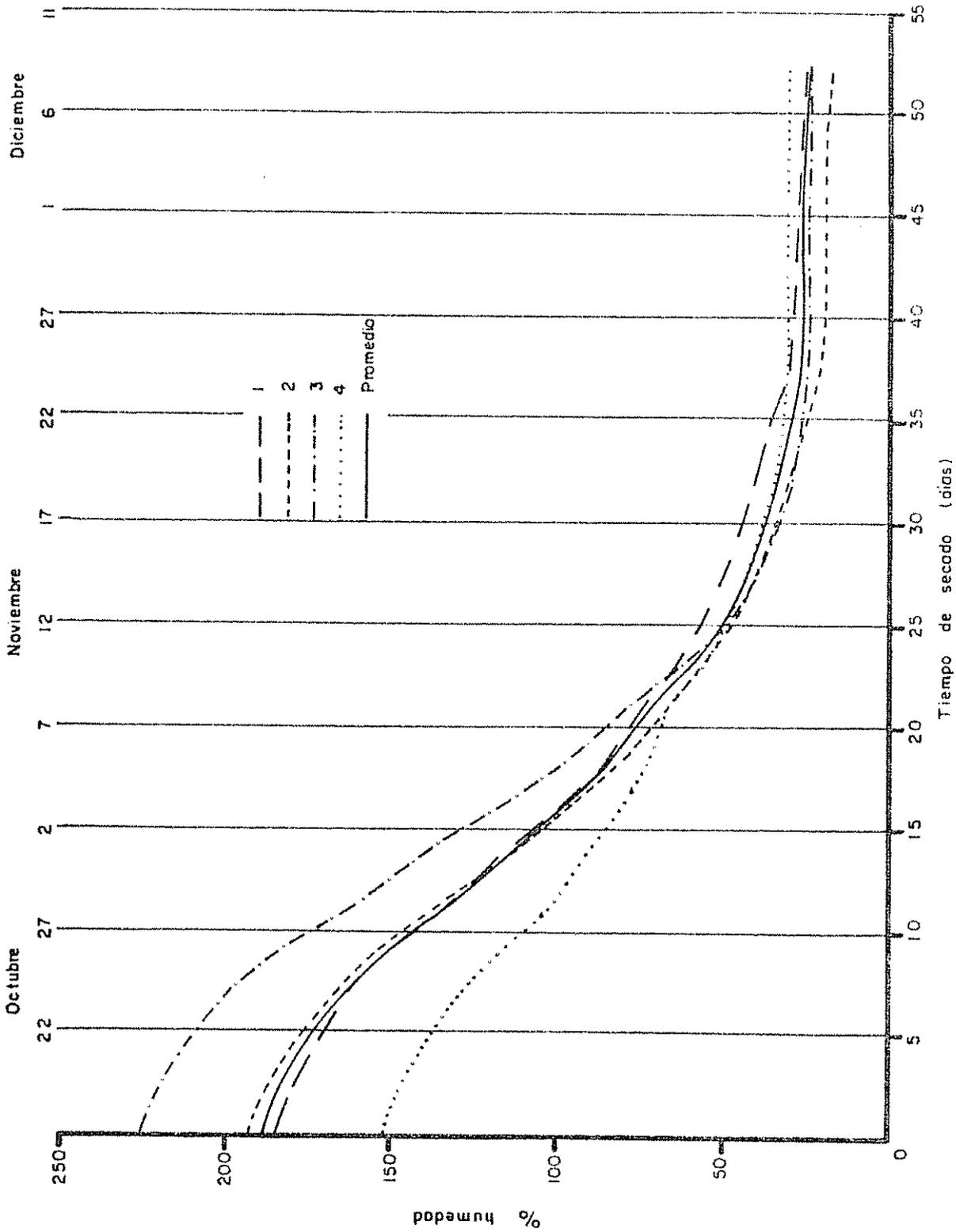


Fig. 6 Contenido de humedad de las maderas aserradas (pilas 1, 2, 3, 4) secadas al aire libre bajo techo, mediante el sistema de apilado horizontal, para un periodo de 52 días. *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, Turrialba - Costa Rica

a. Contenido de humedad

La variación en el contenido de humedad en las tablas durante el secado al aire libre, se observan en el cuadro 24 y Fig. 6. En esta figura cada curva representa el contenido de humedad de una pila y la curva promedio representa las cuatro pilas.

El contenido de humedad inicial de las cuatro pilas fue de 188,5 por ciento en promedio, variando de 152,0 a 225,0 por ciento. A 25 días de iniciado el secado, el contenido de humedad era de 60 por ciento en promedio. Al término del secado tenía 24,6 por ciento de promedio.

El análisis de variancia del contenido de humedad de las pilas de madera aserrada, se presenta en el cuadro que sigue.

F. V.	G.L	S.C	C.M	F
Pilas	3	22.299,8	7.433,27	34,06 **
Fechas	20	581.501,5	29.075,07	133,22 **
Pilas x fechas	60	13.094,7	218,24	0,39 N.S
Error	104	58.090,0	558,56	
Total	167	674.986,0		

** Altamente significativo

N.S No significativo

Se observa la diferencia altamente significativa (p de 0,01) tanto para el contenido de humedad entre pilas como entre fechas durante 52 días de apilado.

Cuadro 9. Evaluación de la acción de dos tratamientos para prevenir y controlar la "mancha azul", en trozas de 1,5 m de largo de Pinus caribaea var. hondurensis, en un período de 45 días.

Troza / Tratam.	Mancha azul (cm)		
	Terminales	Total	
E (pentaclorofenol + diesel = PD) :			
B8	19,25	12,00	31,25
C5	23,25	3,25	26,50
F4	22,67	13,00	35,67
I3	12,50	9,25	21,75
Promedio (cm)			28,79
Porcentaje (%)			19,20
Promedio de terminal (cm)			14,39
Incremento por día (mm)			3,20

F (testigo = T) :			
B5	16,60	20,00	36,60
D3	16,60	13,40	30,00
F1	12,25	13,75	26,00
J5	22,00	16,33	38,33
Promedio (cm)			32,73
Porcentaje (%)			21,80
Promedio de terminal (cm)			16,36
Incremento por día (mm)			3,60

2. Trozas (tucas)

a. Evaluación de trozas a 45 días

La evaluación de la incidencia de la "mancha azul" en trozas apiladas en el bosque, se llevó a cabo a los 45 días. El resultado se presenta en el cuadro 9.

El análisis de variancia del efecto de los tratamientos E (PD) y F (T) sobre la incidencia de la "mancha azul" en trozas para un período de 45 días, se presenta a continuación.

F. V.	G.L	S.C	C.M	F
Tratamiento	1	15,53	15,53	0,53 N.S
Trozaz	3	16,34	5,45	0,18 N.S
Tratam. x trozas	3	87,08	29,03	0,76 N.S
Error	8	306,61	38,33	
Total	15	425,57		

N.S No significativo

Este resultado indica que en ningun caso hubo diferencia significativa, entre tratamientos para prevenir y controlar la "mancha azul" en trozas, ni entre trozas como tampoco de tratamiento por trozas.

La "mancha azul" por efecto de nudo se apreció en una troza del tratamiento E (PD) hasta una profundidad de 10 cm y amplitud de 28 cm aproximadamente.

No se observó ataque de insectos de la corteza o similares que hubiera influido en el manchado.

En el cuadro 9 y Fig. 7, se observa que las trozas (1,50 m de largo) con tratamiento E (PD), acusan un daño de "mancha azul" de

Cuadro 10. Evaluación de la acción de dos tratamientos para prevenir y controlar la "mancha azul", en trozas de 1,5 m de largo de Pinus caribaea var. hondurensis, en un período de 90 días.

Troza / Tratam.	Mancha azul (cm)			
	Terminales		Total	
	Proximal	Distal		
E (pentaclorofenol+ diesel = PD) :				
C3	29,00	2,80	31,80	
E1	10,33	9,60	19,99	
H2	42,75	18,50	61,25	
J2	23,60	40,80	64,40	
Promedio (cm)			44,36	
Porcentaje (%)			29,60	
Promedio de terminal (cm)	26,42	17,94		22,18
Incremento por día (mm)	2,90	2,00		2,50
F (testigo= T) :				
A2	22,80	31,40	54,20	
C6	5,00	25,00	30,00	
E4	23,00	14,20	37,20	
G4	41,00	15,66	56,66	
Promedio (cm)			44,51	
Porcentaje (%)			29,70	
Promedio de terminal (cm)	22,95	21,56		22,26
Incremento por día (mm)	2,50	2,40		2,50

28,8 cm en promedio, que corresponde al 19,2 por ciento del total y por cada terminal fue de 14,4 cm en promedio; para el tratamiento F (T), la "mancha azul" por troza asciende en promedio a 32,73 cm, que representa el 21,8 por ciento del total, con un promedio de 16,36 cm por terminal.

Asimismo se obtuvo en sentido longitudinal, un avance de "mancha azul" promedio por día de 3,2 y 3,6 mm para los tratamientos E y F, respectivamente. Cuadro 9.

(1). Contenido de humedad de trozas

En el cuadro 25, se observa el contenido de humedad en trozas al momento de su obtención que era de 96 a 260 por ciento, con un promedio de 166,9 por ciento.

En el cuadro 26, se aprecia que las trozas a 45 días de apiladas tenían un contenido de humedad promedio de 194,2 por ciento, variando entre 128 y 227 por ciento

b. Evaluación de trozas a 90 días

En el cuadro 10, se presentan los resultados de la evaluación de la "mancha azul" en trozas apiladas a 90 días. En este caso se especificaron los daños por separado para los terminales proximal y distal.

El análisis de variancia del efecto de los tratamientos E y F sobre el control y prevención de la "mancha azul" en trozas para un período de 90 días, se presenta en el cuadro que sigue (pág. 71).

La "mancha azul" por efecto del nudo, se detectó en dos trozas, una por cada tratamiento en una profundidad y amplitud de 5 y 12 cm respectivamente por igual, en cada troza.

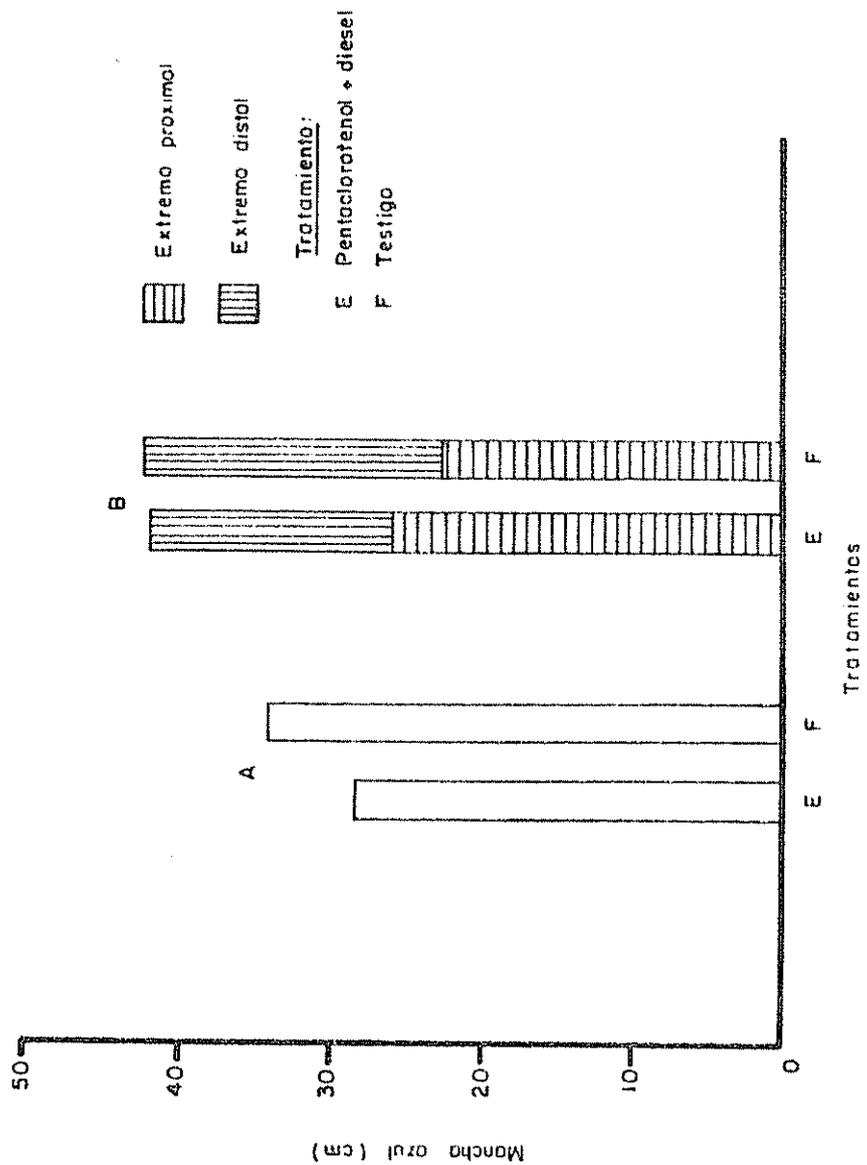


Fig. 7 Incidencia de la "mancha azul" en trozas de 1,5 m de largo para periodos de 45(A) y 90(B) días después de aplicados los tratamientos

F. V.	G.L	S.C	C.M	F	
Troza	3	661,97	220,66	4,38	N.S
Tratamiento	1	0,03	0,03	0,0006	N.S
Terminal	1	97,32	97,32	1,93	N.S
Tratam. x terminal	1	50,34	50,34	0,29	N.S
Error	9	1.544,52	171,61		
Total	15	2.354,18			

N.S No significativo.

No se detectó ataque del insecto perforador de la corteza o similares, que hubiera influido en el mancha^{da} de la madera. Sin embargo en trozas almacenadas por mas tiempo, se han observado ataque del insecto perforador de la corteza que segun Saunders (*) pertenecen al género Xyleborus y que probablemente sean las especies X. ferrugines y X. affines.

Las trozas con el tratamiento E (FD) acusaron un daño de "mancha azul" de 44,36 cm en promedio, que representa el 29,6 por ciento; para los terminales proximal y distal fue de 17,94 y 26,42 cm respectivamente, con un promedio de 22,18 cm por terminal. para las trozas con el tratamiento F (T) la incidencia de la "mancha azul" fue de 44,51 cm en promedio, que corresponde al 29,7 por ciento; los terminales proximal y distal con 22,95 y 21,56 cm respectivamente, y un promedio de 22,26 cm de mancha, por terminal. Fig. 7.

El avance del daño fue de 2,5 cm por día en sentido longitudinal para ambos tratamientos E y F. para los terminales proximal y distal fueron de 2,9 y 2,0 mm por día respectivamente para el tratamiento E y, de 2,5 y 2,4 mm por día respectivamente para el tratamiento

(*) Comunicación personal del Dr. Joseph Saunders.

F. Ver cuadro 10.

(1). Contenido de humedad de trozas

En el cuadro 26 se observa que las trozas a los 90 días tenían un contenido de humedad promedio de 138,0 por ciento variando en un rango de 65 a 207 por ciento.

3. Densidad

En el cuadro 27, se presentan las densidades de las ocho muestras determinadas en estado seco.

4. Prueba adicional

Como acción complementaria se determinó la relación entre la "mancha azul" y el contenido de humedad en la madera.

Se dispuso de seis tablas infectadas parcialmente de "mancha azul" provenientes de la evaluación de trozas. De estas tablas se extrajo 19 muestras : a) cinco muestras totalmente con "mancha azul", b) siete muestras con y sin mancha en partes iguales por cada muestra y, c) siete muestras sin "mancha azul".

A cada muestra de dimensiones de 5 x 10 x 20 centímetros aproximadamente, se le determinó el contenido de humedad de acuerdo al método seguido en el presente trabajo. Se usaron los datos del pesaje realizado antes y después del secado al horno a 105 °C.

Consecuentemente el contenido de humedad promedio para las muestras con mancha fue de 82,0 por ciento, para muestras con y sin mancha de 130 por ciento y, para muestras sin mancha de 154 por ciento.

5. DISCUSION

A. Incremento de madera e índice de espaciamiento relativo de Hart

1. Incremento de madera

Las diferencias de rendimiento entre las parcelas de Pinus caribaea var. hondurensis, puede atribuirse preferentemente, a los diferentes sitios forestales sobre el cual se desarrollan. El índice de sitio está dado por la altura mayor de la masa forestal que a su vez, es independiente de la densidad de árboles, relativamente (33,45,69,77).

Las parcelas Azul, Tres X y Turrialba que tienen los rendimientos mas elevados, presentan al mismo tiempo altos incrementos anuales en altura mayor. La parcela Turrialba se encuentra con un rendimiento incompleto y no obstante, ocupa un tercer lugar en incremento maderable; su incremento anual en altura mayor es ligeramente superior que Azul. Por lo tanto considerando que ambas parcelas se desarrollan sobre similares índices de sitio, sus rendimientos habrían sido también similares.

En cambio las parcelas del Club, Atirro, Pavones y la Roncha presentan un incremento anual de altura mayor casi igual pero no así sus respectivos incrementos de madera. Un caso extremo sucede entre las parcelas el Club y la Roncha con 31,61 y 49,98 m³/ha/año c.c respectivamente y ambos, con idéntico incremento en altura mayor de 2,33 m .

Asimismo el Coniferato tiene un I.M.A de 41,02 m³/ha c.c que es intermedio en relación al resto de parcelas pero en cambio posee el menor incremento en altura mayor de 2,09 m.

Estos resultados aparentemente contradictorios son atribuibles a la influencia decisiva para estos casos particulares de la densidad de árboles. Las parcelas Coniferato y la Roncha tienen 1.360 y 1.310 árb./ha respectivamente que están entre las más altas en relación al resto. El Club tiene la menor densidad con 1.170 árb./ha en relación a las parcelas con similar incremento en altura mayor. Según Hiley (53) bajo determinado rango el incremento de madera es más elevado en rodales con mayor densidad de árboles. Cozzo (19) menciona que en rodales de alta densidad de árboles, el incremento volumétrico no disminuye y que el incremento diamétrico solo es afectado débilmente.

Esta relación de densidad de árboles - rendimientos, si bien es concordante con algunas parcelas bajo ciertas características como condiciones de sitio casi iguales, no lo es en todas. Existen diferentes rendimientos en una misma especie y variedad dentro de igual clase de sitio debida especialmente al rango o amplitud de la clase respectiva. Asimismo existe la influencia esencial en el rendimiento, del factor hereditario y genético que es de carácter intrínseco de la especie. Las características de suelo, drenaje, ambientes climáticos y exposición está representada por la altura mayor o dominante de la especie forestal (69,77). Por lo tanto estas características más las intrínsecas de la especie, condicionan el rendimiento de madera.

La parcela Azul presenta el más alto I.M.A de $68,44 \text{ m}^3/\text{ha c.c}$ y el Club el I.M.A relativamente más bajo con $31,61 \text{ m}^3/\text{ha c.c}$. El incremento de altura mayor para Azul es de 2,60 m/año siendo una de las más elevadas y para el Club es de 2,33 m/año que es intermedia en relación al resto de parcelas.

Por lo tanto es pertinente inferir que todas las parcelas del presente estudio se encuentran sobre la misma clase de sitio variando en un rango de excelente a bueno. La diferencia de rendimiento puede atribuirse especialmente al efecto drenaje y en menor proporción a la fertilidad de suelo dentro de la misma clase de sitio.

Segun Isolan (38) toda las plantaciones de Pinus caribaea var. hondurensis dentro del cantón de Turrialba con excepción de Puente Cajon, se encuentran en la misma clase de sitio I; el único factor limitante en su desarrollo es el drenaje. Este autor encontró un incremento anual en altura de 2,5 m para árboles dominantes y codominantes a edad de 2 a 6 años. En el presente estudio el incremento de la altura dominante fue de 2,33 m por año a edad de 9 a 12 años.

Al margen de los diferentes métodos de medición de las alturas, obviamente una plantación tan joven como la estudiada por Isolan, no siempre proyecta una imagen real de la potencialidad del sitio forestal. Sin embargo considerando las diferencias de edad y de las mediciones de alturas, existe semejanza de resultados.

En las siete parcelas con rendimientos completos se obtuvo un I.M.A de 48,01 m³/ha c.c. Musalem (52) en parcelas experimentales en el CATIE y en la misma especie encontró un I.M.A que variaba de 18 a 39,3 m³/ha c.c para diferentes espaciamientos a edad de cinco años. En cambio Salazar (65) encontró en Pinus caribaea var. hondurensis un I.M.A de 63 m³/ha c.c en 16 parcelas de cinco a ocho años de edad, dentro del cantón de Turrialba.

Las diferencias en el rendimiento con el actual estudio es debido a las distintas edades como a los diferentes métodos de medición empleados. Musalem realizó estudios en parcelas de 100 árboles en cada una y en diferentes espaciamientos; mientras que Salazar efectuó el inventario forestal con muestras del 12 por ciento del total de árboles de cada rodal. En el presente estudio se hizo el inventario en parcelas de un 0,10 ha siguiendo la metodología presentada por Silva (69).

El mayor rendimiento encontrado por Salazar puede atribuirse además, a que en el estudio no consideró las parcelas del CATIE. En el cuadro 19 se observa que las plantaciones pertenecientes a agricultores particulares acusan mejores rendimientos que las parcelas ubicadas en el CATIE. La causa podría ser mejores condiciones de sitio forestal.

Las plantaciones de agricultores particulares se encuentran en áreas de mayor pendiente que permite mejor drenaje y son áreas marginales de cultivos de caña de azúcar y café. Estas áreas parecen haber estado sin uso por largo tiempo que ha permitido formar y conservar mejores suelos en relación al CATIE. Las parcelas de Florencia Sur y de Coniferato son casi planas y probablemente han sido sometidos a un pastoreo constante; reduciendo al mismo tiempo las posibilidades de un buen drenaje. No obstante de estas consideraciones aún los rendimientos obtenidos en las parcelas del CATIE son buenos.

En Argentina para Pinus caribaea var. hondurensis se presenta un I.M. máximo de 45 a 50 m³/ha c.c (3). En Brasil para la misma especie se mencionan de 32,9 a 35,0 m³/ha c.c (30).

En el presente trabajo en siete parcelas se obtuvo un I.M.A. de $37,10 \text{ m}^3/\text{ha}$ sin corteza (s.c). Al comparar estas cifras con los rendimientos de Pinus caribaea Morelet presentados por Lamb (45), se observa que en Surinam el I.M.A. fue de $26,8 \text{ m}^3/\text{ha}$ s.c para 11,5 años de edad; en Trinidad se obtuvieron $20,0 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ s.c para 20 años de edad; en Australia se obtuvieron de $15,0$ a $30,84 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ s.c y en una parcela se encontró hasta $36,75 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ s.c pero a los 17 años de edad.

Al establecer las comparaciones se deduce que en Turrialba, Costa Rica se superan los incrementos de madera en relación a otros países donde se han reportado datos de crecimiento.

Esta característica de rendimientos elevados en Turrialba se encuentra asociado como ya fue mencionado a relativamente buenos suelos. Según Salazar (65) las plantaciones forestales en Turrialba se desarrollan sobre suelos formados de material volcánico antiguo o reciente y generalmente son de fertilidad moderada a alta. Estudios de Isolan (38) refieren que en el cantón de Turrialba no existe factores limitantes de fertilidad para el crecimiento del Pinus caribaea var. hondurensis, pero sí en cuanto a drenaje.

Sin embargo las plantaciones del cantón de Turrialba constituyen áreas pequeñas que generalmente varían entre $0,5$ a $1,5$ ha y al mismo tiempo representan plantaciones pioneras en su género, establecidas sobre los mejores sitios forestales. En consecuencia los resultados deben asumirse con las debidas reservas del caso. Para plantaciones a realizarse en gran escala probablemente se deberán abarcar otras clases de sitio en que lógicamente los rendimientos serán menores pero, conservarán no obstante, una posición de privilegio por las condiciones naturales favorables.

2. Diámetro, altura y densidad de árboles

En el cuadro 7, se observa que existe una relación directa entre el incremento anual de DAP con los incrementos anuales de altura. Este resultado confirma con los estudios realizados por Lojan (47) y Musalem (52).

En el mismo cuadro 7, se observa cierta relación inversa entre el incremento diamétrico con la densidad de árboles. Pero al mismo tiempo se aprecia que la parcela azul, contrasta nítidamente ya que posee una densidad de 1.310 árb./ha y un incremento anual de DAP de 2,80 cm; ambos valores, son elevados en relación al resto de parcelas.

Este fenómeno se explica en que la parcela azul y en menor proporción Tres X y Pavones, se desarrollan sobre óptimas condiciones de sitio forestal, soportando la relativamente alta densidad de árboles con altos rendimientos y además tienen pendientes de 42 a 60 por ciento que favorecen un buen drenaje y una menor competencia por efecto de luz. Según Cozzo (19) el crecimiento por unidad de superficie está correlacionado con la capacidad fotosintética del suelo.

3. Factor mórfico y coeficiente de forma

El análisis de regresión indicó la existencia de una relación significativa (p de 0,05) entre las variables del DAP con el factor mórfico (f.m). Sin embargo el grado de asociación entre ambas variables es débil con solo el siete por ciento. Según Bruce y Schumacher (8) el f.m está correlacionado con el DAP pero son casi independientes a la altura del árbol.

La débil correlación entre el D.A.P con el f.m tiene relación con los datos inesperados obtenidos en dos de las cuatro parcelas medidas para calcular dicho factor en comparación, con la bibliografía existente. Las parcelas de Florencia Sur I y Florencia Sur II no obstante de poseer similar densidad de árboles y de D.A.P promedio, presentan un f.m de 0,43 y 0,49 respectivamente, calculado con la fórmula. Cuadro 16. Estos valores se obtuvieron midiendo 19 y 18 árboles en cada caso. Aun mas Florencia Sur II forma parte de un ensayo de espaciamiento plantado inicialmente a 3,5 x 3,5 m; en cambio Florencia Sur I se plantó a 2,5 x 2,5 m. Ambos fueron raleados casi en la misma época. Teóricamente la parcela Florencia Sur II debería proporcionar un f.m menor o igual pero, es todo lo contrario y ademas, con una gran diferencia. La mayor edad de dos años de Florencia Sur I, no puede ser suficiente para justificar este fenómeno especialmente, si tienen casi igual D.A.P. Este caso particular también persiste con el método del coeficiente de forma. Cuadro 16.

Por lo tanto este comportamiento inesperado, podría atribuirse a la poca o escasa representatividad de los rodales, por constituir extensiones pequeñas y en consecuencia con alto grado de variabilidad.

Silva (69) en la metodología presentada y que es seguido en el actual estudio, recomienda el gráfico de línea para determinar el factor mórfico a partir del D.A.P. Consecuentemente en el presente estudio, el factor mórfico obtenido de la curva de regresión para las parcelas varía en un rango de 0,46 a 0,49.

En Brasil se informa para la misma especie de un f.m de 0,44 a 0,59 para siete años de edad (30). En Belize se obtuvo entre 0,38 a 0,43 para 25 años de edad, según comunicación personal. La similitud aparente con los datos de Brasil no es tal, si consideramos la gran diferencia en la edad y la característica de crecimiento. Por lo tanto el relativamente alto factor mórfico en el presente estudio puede deberse a la condición de rápido crecimiento en altura y probablemente con el tiempo al disminuir el incremento en altura y aumentar el D.A.P, la conicidad del árbol sea mayor.

Salazar (65) para la misma zona de estudio e igual especie obtuvo un f.m de 0,53 pero a la edad de cinco a ocho años. Este dato en cierto grado confirma los valores encontrados en el presente estudio que con una mayor edad, se estima que el factor mórfico haya disminuído. Consecuentemente los valores del f.m de las parcelas pueden asumirse como aceptables.

El factor mórfico calculado con la fórmula al compararlo con el coeficiente de forma para las cuatro parcelas del CATIE, se observa que este último, presenta un rango de 0,42 a 0,48. En cambio el f.m varía de 0,43 a 0,51. Cuadro 16.

El factor mórfico obtenido de la línea de regresión fue usado para calcular el volúmen de madera en base a las recomendaciones de Lojan (47) y Silva (69), que lo consideran mas preciso en relación al coeficiente de forma. Sin embargo el coeficiente de forma es práctico y fácil de obtener, siendo aplicable en plantaciones con alturas de pequeñas a medianas (69).

4. Porcentaje de corteza

El análisis de regresión indicó la existencia de relación significativa (p de 0,05) entre el porcentaje de corteza calculado por el método del volumen y el DAP. En cambio el grado de asociación entre el porcentaje de corteza y el DAP es bajo a un nivel del 17 por ciento. El motivo puede ser el mismo fenómeno señalado para el factor mórfo.

El porcentaje de corteza de los árboles en las parcelas, se asignaron del gráfico de la línea de regresión. Se obtuvo en un rango del 21 a 24 por ciento de corteza. Cuadro 15.

Este resultado es similar al obtenido por Salazar (65) de un 20 por ciento de corteza, para plantaciones de la misma especie y ubicadas en la misma localidad que el actual.

Lamb (45) informa de un rango amplio del 20 a 30 por ciento para los países de Sur Africa, Trinidad, Fiji, Tanzania y Surinam para plantaciones de 12 a 20 años. Esta amplitud puede explicarse debido a la diversidad y condiciones de crecimiento de las plantaciones. Según Chapman y Meyer (21) las condiciones de desarrollo influyen en el porcentaje de corteza de la especie forestal.

En cuanto al grosor de corteza hallado con el medidor de corteza a la altura media del árbol, se obtuvo correlación entre el espesor de corteza con el DAP. Cuadro 17. Este resultado concuerda con otros estudios (21,24). Además se afirma que la edad de la plantación no es tan decisiva como el DAP, en el grosor de corteza (21).

El porcentaje de corteza obtenido por el método de la altura media del árbol, varió de 24 a 31 por ciento para las parcelas ubicadas en el C.TIE. Cuadro 17.

Comparando los métodos del volumen con y sin corteza en relación al diámetro con y sin corteza a la altura media del árbol, se considera al método del volumen como el más preciso. Asimismo es el método más usado y recomendado (8,21,45,78).

Por tal motivo el porcentaje de corteza calculado por el método del volumen fue utilizado para graficar la línea de regresión y a partir de él, los valores respectivos para cada parcela para finalmente, hallar el volumen de madera sin corteza de la masa forestal respectiva.

5. Índice de espaciamiento relativo (S%) de Hart

Por efecto del raleo practicado a las parcelas de Florencia Sur II, Club, Florencia Sur I y Coniferato el S encontrado se elevó a 25,1 , 20,4 , 20,2 y 15,8 por ciento respectivamente. Cuadros 18 y 19.

Se afirma que un incremento adecuado del vuelo se consigue conservando un S entre 20 a 30 por ciento; que por debajo del 20 por ciento se estanca el crecimiento y mayor del 30 por ciento se tiene un vuelo demasiado abierto (77).

Con determinado planteamiento solamente las parcelas de Florencia Sur I, Florencia Sur II y el Club estarían en concordancia. No así el Coniferato que tiene un S de 15,8 por ciento. Además de las seis parcelas restantes no raleadas que conservaron su S original de 12,9 a 15,9 por ciento. Cuadro 18.

Sin embargo Wormald (78) en plantaciones de Pinus patula en Sur Africa, para obtener madera de aserrío presenta tres esquemas de raleo : mantener un S de 21 a 30 por ciento, de 18 a 30 por ciento y, de 18 a 33 por ciento. El mismo autor para la producción de pulpa de la misma especie informa de tres esquemas de raleo : conservar un S de 13 a 14 por ciento, de 13 a 16 por ciento y, a un nivel del 17 por ciento hasta la corta final.

Los diferentes grados de S% empleados en el presente estudio, se ha priorizado a fines experimentales en base a las experiencias halladas en otros países. Se espera apreciar la respuesta de cada parcela a determinada intervención, considerando las diferentes líneas de producción como madera aserrada y pulpa o, ambas a la vez.

Las parcelas no intervenidas en el presente estudio, deberían de ser medidas periódicamente a fin de determinar el valor del S% en que el crecimiento del vuelo se estanca. De lo contrario, posibilitar su raleo en un período cercano para conocer el poder de recuperación y el potencial de rendimiento.

Segun Salazar (65) en Costa Rica se ha proyectado establecer plantaciones forestales de Pinus caribaea var. hondurensis en gran escala para destinarlos a la producción de pulpa.

Consecuentemente conviene investigar mejores condiciones de desarrollo de dicha especie forestal para posibilitar, un rendimiento óptimo, permanente y sostenido en la producción de pulpa, como de madera aserrada; al mismo tiempo propiciar un mercado alternativo, tendiente a una mejor rentabilidad económica.

B. Prevención y control de la "mancha azul"

1. Madera aserrada

El producto pentaclorofenato de sodio al cinco por ciento en solución con agua aplicado en la madera aserrada mediante baño por inmersión, fue efectivo en la prevención y control de la "mancha azul"; en cambio la madera aserrada que no habían recibido el tratamiento con este producto, presentaron una infestación casi total.

En Inglaterra, Finlandia, Estados Unidos y Chile se han obtenido resultados similares usando el mismo producto pero, a una concentración de 0,6 a 1,0 por ciento y normalmente mezclado con bórax de 1,8 al 2,0 por ciento (12,37,57).

En el presente ensayo se elevó la concentración considerando la condición de zona tropical húmeda a la que pertenece y en donde se espera que la acción fungosa sea mas intensa debido a una temperatura y humedad mas elevada, en relación a la zona templada. Asimismo se consideró pertinente asegurar un resultado positivo teniendo en cuenta el bajo costo del producto empleado y, sin la mezcla de otro fungicida. En base a estos resultados se posibilitaría futuros ensayos para probablemente ajustar la dosis del producto.

Se utilizaron cinco kg del producto con un valor de \$ 30,00 (*) en el tratamiento de las 160 tablas (maderas aserradas). El valor del producto usado por cada tabla (dimensión promedio de 0,025 x 0,25 x 1,50 m = 4,2 pies tablares) fue de \$ 0,20 o sea \$ 0,05 por cada pie tablar. Si consideramos que es factible de utilizar la misma solución varias veces obviamente el costo del producto, disminuye aun mas.

(*) Un dólar U.S. = \$ 8,54

Al valorarse las pérdidas económicas provocadas por la "mancha azul" en comparación con el gasto mínimo por concepto del preservado de la madera se podría deducir finalmente, los grandes beneficios económicos a obtenerse. Según Hunt (37) la pérdida por "mancha azul" se estima en millones de dólares.

La madera de Finus caribaea en buenas condiciones sanitarias se utiliza preferentemente en paneles en donde su aspecto natural es expuesto como ornamento; también se emplea para la confección de muebles de calidad mediana y, en madera contrachapada.

La madera aserrada sin el preservado con pentacloroifenato de sodio fueron invadidas en su mayoría por una rápida proliferación de moho en el lapso del segundo al cuarto día después de apilado. Este suceso provocó en la superficie de la madera, una intensa descoloración negruzca imposibilitando la gradación de la "mancha azul" a través del tiempo. La presencia del moho fue asociado a un contenido de humedad en la madera de más de 180 por ciento, como también a altos contenidos de humedad relativa y de temperatura media que puede observarse en la fig. 2. La descoloración negruzca del moho es debido a los cuerpos fructificantes, ya que las hifas son incoloras y su propagación, sucede en tiempo húmedo y caluroso (57). En Estados Unidos la descoloración de la madera se realiza después de dos o tres días del aserrío (37).

El daño característico de la "mancha azul", fue detectado a los 12 días aproximadamente, cuando el contenido de humedad en la madera era de 140 por ciento en promedio. Esta mancha fue más nítida al cabo de 25 días aproximadamente, coincidiendo con la aparente desaparición del moho por efecto de la disminución del contenido de humedad de

la madera a un 60 por ciento dejando no obstante el manchado de color negruzco. Estos resultados relacionados al progreso de la "mancha azul" con los niveles de contenido de humedad en la madera, concuerda con las observaciones efectuadas por Kollmann (41), Kollmann y Côté (42) y, Lamb (44).

En la prueba preliminar realizada con muestras con y sin "mancha azul", se obtuvo una relación directa entre éste daño y un determinado contenido de humedad en la madera. No se encontró "mancha azul" en muestras con 154 por ciento de humedad pero en cambio estuvo afectado totalmente en muestras con 82 por ciento de humedad. Sin embargo este resultado que es concordante con diversos estudios realizados, carece de la base estadística y por lo tanto, conviene asumirlas con las reservas del caso.

Analizando la fig. 6, se observa que la pérdida de humedad en la madera aserrada es acelerada en los primeros 25 días de secado, para luego tender hacia su equilibrio con el medio ambiente.

La diferencia en el contenido de humedad entre pilas es debida a la amplia variabilidad y a la poca representatividad de las muestras usadas para hallar el contenido de humedad en cada pila. En la fig.6 se aprecia que desde el primer día hubo una gran diferencia de humedad de las maderas aserradas que representaban a la pila III en relación a la pila IV y estas a su vez, con las pilas I y II que son similares al promedio. A través del tiempo, éstas diferencias se acortan y al cabo de 22 días aproximadamente de secado, las curvas tienden a confundirse por tener similares contenidos de humedad. La disposición de las pilas parece no haber influido en la diferencia de humedad.

Mas o mēnos a los 38 días de secado la humedad de la madera apilada había descendido hasta el punto de saturación de la fibra. En estas condiciones la madera aun sin el preservado, no es atacado por los hongos que provocan la "mancha azul". Sin embargo la madera puede absorber humedad del medio ambiente y tornarse susceptible al ataque de hongos (54,57). Esta infestación puede evitarse protegiéndolo del contacto directo con el agua o revistiendo la madera con laca o barniz. Esta acción es importante si se considera que la actividad del preservativo es solamente temporal (12). Segun Coggins (17) en Inglaterra la mezcla de pentaclorofenato de sodio con tetraclorofenato de sodio al uno por ciento sobre Pinus sylvestris proporcionó una protección de solamente tres meses.

Por lo tanto para futuros ensayos no solamente se debe considerar la eficacia inicial del preservativo sinó la duración efectiva, que estaría relacionada al método de aplicación, a la concentración del producto y, al período de absorción.

En la madera recién aserrada proveniente de trozas apiladas por un período de seis días y preservadas con pentaclorofenol o sin dicho producto, no se detectó daño de "mancha azul". Sin embargo se apreció daño por efecto de nudos en la madera aserrada, proveniente de trozas con ambos tratamientos. Probablemente su infestación ocurrió en el árbol o en trozas o, en ambos.

Se estima que algunas veces la "mancha azul" en nudos de la madera se inicia en el árbol en pie y progresan durante el apilado de trozas. Esta apreciación es factible porque al secarse las ramas medianamente gruesas a gruesas, dejan en el fuste del árbol un "herida"

expuesta al medio ambiente en donde la madera comienza a perder cierta humedad. En tales condiciones los hongos de la "mancha azul" ingresan por los agrietamientos de dicha "herida", para propagarse hasta una profundidad de la albura de la madera, en que el contenido de humedad permita su desarrollo.

Consecuentamente es posible evitar la "mancha azul" propiciado por los nudos, mediante las podas de ramas delgadas de la parte media e inferior del fuste. Esta practica favorece notablemente la calidad de la madera. Segun Kollmann (41) los nudos a parte de incidir en una mala apariencia, disminuyen la resistencia de la madera. Sin embargo los nudos pequeños en maderas de pinus spp., Picea spp. y Cipres spp. aportan una buena apariencia pero, son de difícil trabajabilidad para fines ebanísticos.

2. Trozas (tucas)

La aplicación con brocha de pentaclorofenol mas aceite diesel al cinco por ciento en trozas, no fue efectivo en la prevención y el control de la "mancha azul" para períodos de 45 y 90 días.

Este resultado concuerda con diversos ensayos realizados en Trinidad con la misma especie y similar método de aplicación para observaciones de 56 y 110 días (55,56). La acción negativa del producto se atribuye a la excesiva secreción resinosa de la especie que actúa como excretor y eliminador del producto.

Asimismo no se encontró diferencia de susceptibilidad entre terminales de la troza al daño de la "mancha azul" para el período de 90 días. Este resultado contrasta con los obtenidos por pawsey (55),

quién encontró una mayor susceptibilidad del terminal distal, al desarrollo de la "mancha azul"; pero, concuerda con otro estudio realizado por el mismo autor (56).

Las trozas presentan en promedio casi idéntica profundidad de daño para los períodos de 45 días como de 90 días, según ambos tratamientos, en cada caso. Esta uniformidad de daños indica la nula o escasa acción del pentaclorofenol en diesel aplicado con brocha, contra la "mancha azul".

El daño promedio de "mancha azul" en trozas de 1,50 m de largo fue del 20 por ciento para 45 días y, del 30 por ciento para 90 días. Pawsey (55) informa de daños del 20 por ciento para 110 días pero, en trozas de 2,10 m de largo. Esta diferencia puede atribuirse a distintos métodos de evaluación; mientras que en el presente ensayo se consideró como daño una sección de la madera aserrada hasta el avance máximo incluyendo las áreas adyacentes sanas, Pawsey en cambio empleó una rejilla de alambre para evaluar solamente las áreas manchadas. La razón del método empleado en el presente trabajo, persigue fines prácticos considerando que la comercialización de la madera de aserrío normalmente se realiza con dimensiones estandarizadas.

Como ya fue mencionado para un período de apilado de trozas por seis días, la madera aserrada no presentó daño de "mancha azul" a excepción del ocasionado por nudos de ramas muertas o moribundas. Esta apreciación permite recomendar el aserrío inmediato de trozas para evitar la "mancha azul"; este planteamiento concuerda con otros autores (6,7,44,56).

La difusión promedio de la "mancha azul" en trozas fue de 3,4 mm/día en un lapso de 45 días y de 2,5 mm/día para 90 días.

Este incremento diferencial puede atribuirse a que la pérdida de humedad desde los extremos hacia la mitad de la troza en dirección longitudinal, no es el mismo a través del tiempo; y como la "mancha azul" tiene una relación directa con determinado rango de humedad de la madera, su progreso decrece casi en la misma forma que disminuye la humedad en la troza. Cuadro 9 y 10.

El contenido de humedad inicial de las trozas fue de 166,9 por ciento en promedio y se obtuvo con muestras de discos de cinco centímetros de grosor extraídos a 1,50 m de altura de cada árbol tumbado. Contradictoriamente la humedad para 45 días fue de 194,2 por ciento y para 90 días de 138,0 por ciento pero, en estos dos casos el contenido de humedad se obtuvo con muestras de tablitas de 5 x 10 cm y con un largo variable de 20 a 30 cm, representando una muestra por cada troza.

Al margen de los distintos tipos de muestras, la posición de las trozas en el árbol tuvo gran influencia en el contenido de humedad. Según Koch (40) el contenido de humedad en el árbol aumenta de la base al ápice y de la periferia hacia el centro de la madera. Para el período de 45 días, dos trozas procedían de una altura de 3,00 a 4,50 m del árbol y dos trozas de 6,00 a 7,50 m de altura; para 90 días, dos trozas provenían de 1,50 a 3,00 m de altura del árbol, una troza de 3,00 a 4,50 m y una troza de 4,50 a 6,00 m del árbol. Cuadro 26.

Como las trozas para el período de 45 días procedían de las secciones más altas del árbol en comparación al de 90 días, es evidente

la diferencia hipotética de humedad de dichas muestras para un mismo período y consecuentemente, la diferencia es aún mayor comparado con la humedad inicial presentada.

Por lo consiguiente el contenido de humedad indicada para las trozas, solamente puede considerarse como dato estimativo en relación al progreso de la "mancha azul", que al mismo tiempo recibe la influencia del medio ambiente.

En la fig. 2, se observa que durante el apilado de trozas las precipitaciones pluviales mensuales promedio fueron de 224 mm , 181 mm , 73 mm y 62 mm ; la humedad relativa fue del 90 por ciento y la temperatura osciló de 22,9 a 21,9 °C. Estas características climáticas favorecen un desarrollo rápido del daño de la "mancha azul" tanto para el estado de trozas como de madera aserrada.

No se detectó ataque de insectos que pudiera haber influido en el manchado para ambos períodos de 45 y 90 días. Pawsey (56) afirma que el daño del perforador del pino es ligero en trozas almacenadas por 42 o 56 días pero que luego, se incrementa. Probablemente la incidencia del ataque de insectos se encuentre asociado a un bajo contenido de humedad en la troza en términos relativos.

En el presente ensayo no fue necesario el uso de insecticida. Sin embargo por haberse verificado en otras trozas la presencia del insecto Xyleborus spp., en futuros ensayos podría incluirse el insecticida isómero gamma del BHC como medida de prevención contra la "mancha azul" en trozas.

6. CONCLUSIONES

A. Incremento de madera.

1. En siete parcelas de Pinus caribaea var. hondurensis se obtuvo un I.M.A de 48,01 m³/ha. con corteza.
2. El porcentaje de corteza de la especie indicada varió entre 21 y 24 por ciento.
3. En 10 parcelas de Pinus caribaea var. hondurensis, se obtuvieron los incrementos anuales siguientes: de DAP de 2,36 cm, de altura de la masa forestal con 2,12 m y, de altura mayor con 2,33m.
4. Los índices de espaciamento relativo (5%) de Hart después del raleo fueron de 15,8, 20,2, 20,4 y 25,1 por ciento para las parcelas de Coniferato, Florencia Sur I, el Club y Florencia Sur II, respectivamente.
5. Se recomienda la obtención de tablas de volúmen de doble entrada, usando las variables del DAP y de altura. Esto evitaría el uso del factor mórfico en el cálculo del volúmen de madera.

B. Prevención y control de la "mancha azul".

1. El pentaclorofenol al cinco por ciento en aceite diesel, no tuvo efecto positivo en la prevención de la "mancha azul" en trozas para períodos de 45 y 90 días; no se observó diferencia significativa de susceptibilidad a la "mancha azul", entre terminales de la troza.
2. El incremento de daño de "mancha azul" fue de 3,2 mm/día para trozas con pentaclorofenol y de 3,6 mm/día en trozas sin

preservativo para el período de 45 días. Para 90 días fue igual con 2,5 mm/día para ambos tratamientos.

3. El pentaclorofenato de sodio al cinco por ciento en solución con agua aplicado en baño por inmersión, fue efectivo para prevenir y controlar el daño de la "mancha azul" y del moho, en la madera aserrada de Pinus caribaea var. hondurensis.
4. La madera aserrada sin el tratamiento de pentaclorofenato de sodio fue afectado en una gradación del 94,8 y del 99,0 por ciento de "mancha azul". Algunas maderas aserradas de ambos tratamientos presentaron el manchado por efecto de nudos, procedente de ramas muertas o moribundas; esta infestación fue detectada antes de iniciarse dichos tratamientos.
5. Un alto contenido de humedad en la madera aserrada de 180 por ciento aproximadamente, favorece la proliferación del moho; al descender la humedad por debajo del 140 por ciento aproximadamente, comienza la aparición de la "mancha azul", hasta una humedad del 40 por ciento aproximadamente.
6. La humedad de la madera secada al aire libre por el sistema de apilado horizontal, descendió hasta el punto de saturación de la fibra, en un período de 36 días.
7. Se recomienda efectuar otros ensayos en madera aserrada con el objeto de ajustar la concentración del pentaclorofenato de sodio. En estado de troza, determinar el período de ingreso de la "mancha azul" por sus terminales.

7. RESUMEN

El presente trabajo de análisis del incremento de madera y estudio de la "mancha azul" sobre Pinus caribaea var. hondurensis de 9 a 12 años de edad, se llevó a cabo en Turrialba - Costa Rica.

El área del ensayo corresponde a la zona de vida de bosque muy húmedo premontano, según el sistema de clasificación de Holdridge.

Rendimiento

Para determinar el incremento volumétrico y efectuar acciones de raleo se siguió la "Metodología para la investigación" en parcelas permanentes de clareo y rendimiento en plantaciones forestales".

En cada una de las 10 plantaciones se estableció una parcela de 1.000 m². En las parcelas se efectuaron las mediciones de diámetros y de alturas. Los árboles tumbados por efecto del raleo se midieron y con estos datos, se obtuvieron el factor mórfico, el coeficiente de forma y, el porcentaje de corteza.

El incremento promedio por año del DAP fue de 2,36 cm, de altura de la masa forestal de 2,12 m y, de altura mayor (100 árb./ha) de 2,33 m. Se obtuvo un I.M.A de 48,01 m³/ha con corteza y un I.M.A de 37,10 m³/ha sin corteza.

El rendimiento promedio por parcela de los raleos fue de 400 árb./ha, equivalente a 93,6 m³/ha con corteza. Por efecto del raleo los valores del índice de espaciamiento relativo (S%) de Hart, fueron elevados en un rango de cuatro a cinco unidades, para obtener un S final de 15,8, 20,2, 20,4, y 25,1 por ciento respectivamente.

Mancha azul

Para el estudio de prevención y control de la "mancha azul", se obtuvo un total de 52 trozas. Cada troza de 1,50 m de largo y un diámetro mínimo de 20 cm con corteza.

A 26 trozas se aplicó con brocha una solución de pentaclorofenol al cinco por ciento en aceite diesel. En acción simultánea las 52 trozas se apilaron al borde del bosque.

Luego 36 trozas de ambos tratamientos por igual, fueron aserradas en tablas de un espesor de 2,5 cm. Seguidamente a la mitad del total de tablas obtenidas, se preservaron con pentaclorofenato de sodio al cinco por ciento en solución con agua. Esta aplicación se hizo en baño por inmersión durante 10 segundos aproximadamente por cada tabla. Después toda la madera aserrada fue sometida a secado al aire libre bajo techo, por el sistema de apilado horizontal. El período de secado fue de 52 días.

Se determinó que el pentaclorofenol más diesel, no tuvo acción positiva para controlar y prevenir la "mancha azul" en trozas, para períodos de 45 y 90 días de apiladas en el bosque. El avance del daño fue de 3,2 y 3,6 mm/día con y sin preservativo, respectivamente, para 45 días. Para 90 días el avance fue de 2,5 mm/día.

Se obtuvo alta efectividad del pentaclorofenato de sodio para controlar y prevenir la "mancha azul" en madera aserrada. Las maderas sin este preservativo, estuvieron afectadas en una gradación de casi el 100 por ciento. La incidencia de la "mancha azul", estuvo asociada, a un contenido de humedad en la madera entre el 40 y 140 por ciento respectivamente.

7A. SUMMARY

The present study of the yield of round timber from plantations of Pinus caribaea var. hondurensis, nine to twelve years old, and of the incidence and control of "Blue Stain" in round timber and sawn boards obtained from thinnings, was carried out at Turrialba, Costa Rica. Turrialba lies in the very wet premontane forest zone under the Holdridge system of life zone classification.

Yields

For the increment study and to make precise thinnings, sample plots of 0.10 ha were established in each of ten plantations of known age. The total height and diameter at breast height were measured on all trees and thinnings of varying intensities marked and felled.

The felled thinnings were measured in two-metre sections to provide data on form factors, form coefficients and bark percentages.

Mean diameter growth was found to be 2.36 cm/yr and mean height growth 2.12 m/yr. The average height growth of dominant trees (100/ha) was 2.33 m/yr. Average volume increment was 48.01 m³/ha/yr over-bark and 37.10 m³/ha/yr under-bark.

Mean thinning yields were 400 stems/ha giving 93.6 m³/ha over-bark. The thinnings had the effect of raising the Hart Spacing Indices (S%) about 4 or 5% to give final values of: 15.8%, 20.2%, 20.4% and 25.1% respectively.

Blue Stain

Fifty two freshly felled logs, 1.50 m long and not less than 20 cm top diameter overbark, were used for the Blue Stain experiments. A five percent solution of pentachlorophenol in diesel oil was applied to the exposed wood of 26 logs, and all 52 were promptly piled at the forest edge.

Later, eighteen logs from each treatment were sawn into 2.5 cm boards. One half of all the boards so obtained were then dipped in a five percent water solution of sodium pentachlorophenate for ten seconds. The treated and untreated boards were carefully stacked, under a roof, and air-dried for fifty two days. At this stage none of the boards showed Blue Stain.

The 5% pentachlorophenol in diesel treatment was not effective in preventing Blue Stain in the logs remaining piled in the forest. The stain entered from the cut ends and spread along the wood at mean rates of 3.2 mm/day and 3.6 mm/day, in treated and untreated logs respectively, stored for forty five days. In logs piled for ninety days the mean rate of spread was 2.5 mm/day.

On sawn boards, the water solution of sodium pentachlorophenate was highly effective. Treated boards remained entirely clean, while untreated showed a staining of nearly 100 percent of their surface.

Periodic measurements of the moisture content of the boards were made and it was found that Blue Stain grew when the moisture contents were between 40 and 140 percent of oven dry weight.

8. LITERATURA CITADA

1. THE AIR-seasoning of saw timber. England. Department of the Environment, Building Research Establishment. Technical Note n^o 36. 1973. 7 p.
2. BARRETT, W.B. y GOLPARI, L. Descripción de dos nuevas variedades del "pino del Caribe" (Pinus caribaea Morelet). Caribbean Forester 23(2):59-71. 1962.
3. _____. Cultivo y aprovechamiento del "pino del Caribe" (Pinus caribaea Morelet) en Misiones y Corrientes. Compendiado en Revista Forestal Argentina 18(4):97-152. 1974.
4. BERBEN, J. y GEEBELEN, M. Effect of the degree of thinning on the production of dense Corsican pine stands. Compendiado en Forestry Abstracts 38(12):643. 1977.
5. BERCAW, T.E. Management of Southern pine plantations for pulpwood production. In Annual Symposium on Young Pine Management, 1st, Baton Rouge, Louisiana, 1952. Proceedings. Baton Rouge, Louisiana State University. 1952. pp. 8-15.
6. BLUE-STAIN prevention in the United Kingdom. England. Ministry of Technology, Forest Products Research Laboratory. Technical Note n^o 2. 1968. 4 p.
7. BOYCE, J.S. Forest pathology. New York, Mc Graw-Hill, 1938. 600 p.
8. BRUCE, D. y SCHUMACHER, B. Medición forestal. Mexico D.F., Centro Regional de Ayuda Tecnica, 1965. 474 p.
9. BRYAN, J. y PURSLOW, D.F. Non-pressure methods of applying wood preservatives. England. Department of Scientific and Industrial Research. Record n^o 31. 1961. 14 p.

10. BURGERS, T.F. Growth prediction for sawlog, pulpwood and veneerlog regimen for Pinus patula. Forestry in South Africa n^o 13:31-44. 1972.
11. CALZADA, J. Estadística general con énfasis en muestreo. Lima, Editorial Jurídica, 1966. 527 p.
12. CASTILLO, H. y SAAVEDRA, H. Prevención y control de la mancha azul en la madera. Chile. Instituto Forestal. Informe Técnico n^o 34. 1970. 29 p.
13. CATASTRO DE las series de precipitaciones medidas en Costa Rica. San José, Costa Rica, Instituto Meteorológico Nacional, 1975. 446 p.
14. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Resumen de datos meteorológicos. Turrialba, Costa Rica, 1977. 2 p. (mimeo.).
15. CIANCIO, O. First thinnings in plantations of Pinus pinaster. Compendiado en Forestry Abstracts 36(10):559. 1975.
16. COCKCROFT, R. Timber preservatives and methods of treatment. England. Department of the Environment, Building Research Establishment. Timberlab Papers n^o 46. 1971. 6 p.
17. COGGINS, C. Preservation ups mill turnover. World Wood 18(10):14-15. 1977.
18. COZZO, D. Como utilizar la madera de árboles cultivados. Buenos Aires, Cosmopolita, 1956. 219 p.
19. _____. Tecnología de la forestación en Argentina y América Latina. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1976. 610 p.
20. CROW, A.B. Thinning methods in planted slash pine. In Annual Symposium on Young Pine Management, 1st, Baton Rouge, Louisiana, 1952. Proceedings. Baton Rouge, Louisiana State University. 1952. pp. 67-71.

21. CHAPMAN, H. y MEYER, W. Forest mensuration. New York, Mc Graw-Hill, 1949. 522 p.
22. DELL, T.R. y COLLICOTT, L.V. Growth in relation to density for slash pine plantations after first thinning. Compendiado en Revista Forestal Argentina 14(2):58. 1970.
23. DESCH, E.H. Timber : its structure and properties. 5th. ed. Londres, Lowe and Brydone, 1973. 424 p.
24. FEDUCCIA, D.P. y MANN Junior, W.F. Bark thickness of 17-year-old loblolly pine planted at different spacings. Compendiado en Forestry Abstracts 38(12):643. 1977.
25. _____. Growth following initial thinning of loblolly pine planted on a cutover site at five spacings. Compendiado en Forestry Abstracts 38(12):643. 1977.
26. FORREST, W.G. Profitability of thinning in radiata pine plantations. Compendiado en Forestry Abstracts 36(10):559. 1975.
27. FRASER, A. El raleo forestal y su aplicabilidad a las plantaciones de pino Paraná y de pinos exóticos en la provincia de Misiones. Buenos Aires, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 1965. 12 p.
28. GOEBEL, N.B., WARNER, J.R. y LEAR, D.H. Van. Periodic thinnings in loblolly pine stands : growth, yield and economic analyses. Compendiado en Forestry Abstracts 36(1):21. 1975.
29. GOLFERI, L. El incremento medio anual de altura como medida de la calidad de estación en Pinus ellicottii. Compendiado en Revista Forestal Argentina 14(3):91. 1970.
30. GURGEL FILHO, O.A., VEIGA, A.A. y KRONKA, F.J. Informaciones sobre desbastes realizados em pinus ellicottii Eng. var. ellicottii e pinus caribaea Morelet var. hondurensis. Brasil Florestal 1(3):61-63. 1970.

31. HALL, D.O. Conifer thinning guides in five steps. Compendiado en Forestry Abstracts 36(10):559. 1975.
32. HENNINGSSON, B. y LUNDSTROM, H. The growth of insect-borne blue stain, and effects caused by immersion of the wood; some laboratory tests. Compendiado en Forestry Abstracts 37(1): 55. 1976.
33. HILEY, W.E. Conifers : South African methods of cultivation. London, Faber and Faber, 1959. 123 p.
34. HOLDRIDGE, L.R. Ecología basada en zonas de vida. Trad. al español por Humberto Jiménez. San José, Costa Rica, IICA, 1978. 216 p.
35. THE HOT-and-cold open tank process of impregnating timber. England. Department of the Environment, Building Research Establishment. Technical Note nº 42. 1972. 3 p.
36. HULME, M.A. y THOMAS, J.F. Stain control in Eastern white pine using ammoniacal zinc oxide in mill conditions. Compendiado en Forestry Abstracts 37(2):111. 1976.
37. HUNT, G.M. y GARRATT, G.A. Wood preservation. 2nd ed. New York, Mc Graw-Hill, 1953. 417 p.
38. ISOLAN, F.B. Estudio da qualidade de sitio para Pinus caribaea var. hondurensis Barrett e Golfari no cantão do Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1972. 83 p.
39. KEISTER, D., BIGLER CROW, A. y BURNS, P. Results of a test of classical thinning methods in slash pine plantation. Compendiado en Revista Forestal Argentina 14(3):92. 1970.
40. KOCH, P. Utilization of the Southern pines. Washington, D.C., U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 1972. 1963 p.

41. KOLLMANN, F. Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Trad. de la 2nd ed. alemana por el Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias y el Servicio de la Madera. Madrid, Ministerio de Agricultura, 1959. v. 1, 675 p.
42. _____. y COTÉ Junior, W.A. Principles of wood science and technology. Berlin, Springer-Verlag, 1968. 592 p.
43. KULOW, D.L. y SCHUMACHER, F.X. Slash pine growth in Florida. Journal of Forestry 66(1):72. 1968.
44. LAMB, A.F.A. How important is sapstain in the utilization of fast grown pines and hardwoods in the lowland tropics. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford, 1968. 4 p.
45. _____. Pinus caribaea. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford, 1973. v. 1, 254 p.
46. LOAIZA, V.H. El efecto del uso de herbicidas y fertilizantes en el crecimiento inicial de Pinus caribaea Morelet var. hondurensis (Séneclause) Barrett et Golfari y Eucalyptus saligna Smith en plantación. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1967. 106 p.
47. LOJAN, L. Apuntes del curso de dasometría; 1a. pt. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1966. 106 p.
48. _____. Una fórmula para estimar volúmenes en un bosque tropical húmedo. Turrialba (Costa Rica) 16(1):67-72. 1966.
49. MANN, W.F. Thirty-six years of thinnings research with loblolly pine. In Annual Symposium on Young Pine Management, 1st, Baton Rouge, Louisiana, 1952. Proceedings. Baton Rouge, Louisiana State University, 1952. pp. 1-7.
50. MOISTURE CONTENT determination by the oven-drying method. England. Ministry of Technology, Forest Products Research Laboratory. Technical Note n° 35. 1969. 6 p.

51. MORELLET, J. Problemas forestales en Cuba. Instituto Forestal Latino-Americano de Investigación y Capacitación. Boletín nº 32. 1970. 67 p.
52. MUSALEM, M.A. Estudio del comportamiento de Pinus caribaea Morelet en el trópico húmedo, Turrialba-Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1973. 108 p.
53. PALMER, E.R. y GIBBS, J.A. The pulping characteristics of Pinus caribaea from Sabah. Tropical Products Institute Report nº L12:1-23. 1967.
54. PANSWIN, A.J. y ZEEUW de C. Textbook of wood technology. 3rd. ed. New York, Mc Graw-Hill, 1970. 705 p.
55. FAWSLEY, R.G. Observations on blue-stain and pin-hole beetles and their control, in un-peeled logs of Pinus caribaea in Trinidad. Commonwealth Forestry Review 47(3):211-223. 1968.
56. _____. Forest diseases in Trinidad and Tobago, with some observations in Jamaica. Commonwealth Forestry Review 49(1):64-77. 1970.
57. PECK, C.E. y MC MILLEN, J. Secado de la madera. 2a. ed. Mexico, D.F., Centro Regional de Ayuda Técnica, 1965. 159 p.
58. PHIPPS, H.M. Effects of thinning on young shortleaf pine plantations in Indiana. Compendiado en Forestry Abstracts 36(2):77. 1975.
59. THE PRESERVATING treatment of timber by brushing, sprying and immersion. England. Building Research Advisory Service. Circular nº 53. 1975. 3 p.
60. PROJET PILOTE forestiere. Travaux d'entretien de boisements artificiels. Rwanda, 1977. 26 p. (Fiche Technique nº 5).
61. QUIROGA, V. Manual práctico para el análisis de experimentos de campo. IICA. publicaciones Misceláneas nº 142. 1976. 113 p.

62. REUNION DE INVESTIGADORES FORESTALES DE LA ZONA ANDINA, 1a, Mérida, Venezuela, 1972. 28 p.
63. RIETZ, R. y PAGE, R. Air drying of lumber : a guide to industry practices. U.S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook nº 402. 1971. 109 p.
64. ROFF, J.W., CSERJESI, A.J. y SWANN. Prevention of sap stain and mold in packaged lumber. Vancouver. Canadian Forestry Service. Department of the Environment. Technical Report. 1974. 43 p.
65. SALAZAR, R. Rendimiento del pinus caribaea var. hondurensis Barr. y Golf. a los 8 años de edad en el canton de Turrialba. Turrialba, Costa Rica, Programa de Diversificación Agrícola, 1976. 33 p.
66. SAP-STAIN in timber-its cause, recognition and prevention. England. Forest Products Research Laboratory. Technical Note nº 50. 1971. 4 p.
67. SAVORY, J. et al. Prevention of blue-stain in packaged baltic redwood. England. Department of the Environment, Building Research Establishment. Timberlab Papers nº 47. 1971. 20 p.
68. SCHMALTZ, J. The reaction of a pinus radiata, stand to different types of thinnings. Compendiado en Forestry Abstracts 37(3): 143. 1976.
69. SILVA, S.R. Metodología para la investigación en parcelas permanentes de clareo y rendimiento en plantaciones forestales. Instituto Forestal Latino Americano de Investigación y Capacitación. Boletín nº 38. 1971. pp. 59-89.
70. SLOOTEN, H.J. VAN DER. Investigation of important properties of selected Costa Rican wood species. San José, Costa Rica, FAO, 1971?. 38 p.

71. SLOOTEN, H.J. VAN DER., RICHTER, H.G. y LLACH, C.L. Preliminary results : physical properties, fibre dimensions and preservation properties of pinus caribaea grown in Turrialba. Turrialba, Costa Rica, 1972?. 10 p. (Documento informativo).
72. STEEL, R.G. y TORRIE, H.J. Principles and procedures of statistics. New York, Mc Graw-Hill, 1960. 481 p.
73. SUASSUNA, J. A cultura de pinus, uma perspectiva e uma preocupação. Brasil Florestal nº 29:27-35. 1977.
74. ✓ TIMBER PESTS and their control. England. Timber Research and Development Association. Circular nº SFB Ab9 UDC 699. 1964. 87 p.
75. TIMBER PRESERVATION. England. British Wood Preserving Association and the Timber Research and Development Association. Manual. 1967?. 89 p.
76. VAIRETTI, M. y NOLINO, O. Crecimiento de pinos resinosos en el norte de Corrientes comparados con misiones. Compendiado en Revista Forestal Argentina 17(1):23. 1975.
77. VOORHOLVE, A.G. y SCHULZ, J.P. La necesidad de parcelas permanentes de clareo y rendimiento en plantaciones forestales. Instituto Forestal Latino-Americano de Investigación y Capacitación. Boletín nº 27-30. 1968. pp. 3-17.
78. WORNALD, T.J. Pinus patula. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford, 1975. 172 p.

A P E N D I C E

Cuadro // Datos registrados en la estación meteorológica del CATIE durante el año de 1977.

Mes	TEMPERATURA °C				PRECIPITACION			BRILLO SOL.		EVAPORACION	
	Max. Promedio	Min.	Med.	Max. Absoluta	Total Mens. mm	Días de 0.1 mm o más	Max en 24 hr.	Prom. Diario hrs.	Prom. Diario %	Tanque Total mens. mm	
Enero	25.0	16.0	20.5	27.1	118.4	16	26.9	4.95	88.4	89.1	
Febrero	26.3	16.9	21.6	28.7	31.3	15	12.1	4.92	87.8	95.6	
Marzo	25.9	17.8	21.8	28.7	56.2	18	8.9	4.82	90.0	108.4	
Abril	27.4	17.6	22.5	30.0	43.4	17	10.4	5.64	87.4	126.0	
Mayo	29.0	18.6	23.8	30.2	84.3	18	30.3	6.11	85.8	137.7	
Junio	27.6	19.0	23.3	29.2	385.0	22	84.3	3.81	90.0	89.9	
Julio	26.6	18.9	22.8	28.1	373.1	28	62.7	3.25	92.1	86.2	
Agosto	27.4	18.3	22.8	29.1	378.2	21	50.3	4.80	89.9	111.7	
Setiembre	27.2	18.5	22.8	29.0	177.5	20	26.7	3.65	90.6	95.1	
Octubre	27.2	18.6	22.9	29.9	225.0	24	50.9	4.59	90.7	97.3	
Noviembre	27.0	18.1	22.6	28.9	182.2	19	37.0	5.31	90.1	99.5	
Diciembre	26.4	17.4	21.9	28.0	74.2	19	20.4	4.45	89.6	93.5	
PROMEDIO	26.9	18.0	22.4		TOTAL: 2128.8	237				1230.0	
					PROM: 177.4	19.8		4.69	89.4		

Estación Meteorológica: Lat. 9°53' N, Long. 83°38'
Elevación: 602 msnm

Cuadro /2. Datos registrados en la estación meteorológica del CATIE, desde la iniciación de las observaciones hasta diciembre de 1977.

Mes	TEMPERATURA °C (1958-77)			PRECIPITACION (1944-77)			BRILLO SOL. HUMEDAD RELATIVA (1958-77)		EVAPORACION (1958-77)	
	Max. Prom.	Min. Med. Prom.	Max. Min. Absoluta	Prom. Mens. (mm)	Max. 24 Hrs.	Prom. Días Lluvia Cont. 0.1 mm	Sumas de Hrs. de sol Med. diaria	Med. Mens. diaria	Prom. Mens. (mm)	Suma
Enero	25.6	16.2	31.0	179.8	164.9	18.8	4.60	86.9	109.1	
Febrero	26.0	16.1	30.0	134.8	147.5	15.1	5.20	84.1	122.0	
Marzo	26.9	16.7	31.5	71.6	85.4	13.5	5.14	84.4	147.1	
Abril	27.3	17.5	31.7	129.0	287.9	14.9	5.00	84.6	143.4	
Mayo	27.3	18.4	32.0	218.5	67.2	23.1	4.76	86.7	135.8	
Junio	27.8	18.6	31.5	291.1	85.5	21.7	4.16	88.6	135.6	
Julio	27.1	18.4	30.6	284.3	113.4	25.5	3.68	90.0	107.2	
Agosto	27.4	18.2	30.0	243.6	126.7	24.4	4.30	88.8	123.1	
Setiembre	27.8	18.2	30.8	253.8	110.5	22.5	4.51	88.1	126.1	
Octubre	27.3	18.1	30.8	248.1	109.2	23.2	4.72	88.6	127.4	
Noviembre	26.6	17.9	30.1	280.1	115.3	22.7	4.26	89.3	104.0	
Diciembre	25.8	16.8	29.9	339.1	288.3	21.7	4.22	88.9	99.0	
TOTAL				2673.8		247.1			1479.8	
PRÓMEDIO	26.9	17.6	22.2			20.0	4.54	87.4	123.3	

Cuadro 13. DAP y factor mórfico del Pinus caribaea var. hondurensis, utilizadas para calcular el análisis de regresión y la función de regresión.

Nº árb.	Florencia S. I		Florencia S. II		Coniferato		Club	
	DAP cm	f.m	DAP cm	f.m	DAP cm	f.m	DAP cm	f.m
1	18,9	0,45	29,4	0,50	15,8	0,47	15,8	0,53
2	25,5	0,36	30,8	0,50	18,8	0,49	21,7	0,50
3	23,0	0,47	19,1	0,50	14,5	0,52	22,8	0,50
4	23,2	0,40	22,4	0,50	17,2	0,53	20,5	0,50
5	25,2	0,42	21,0	0,61	23,0	0,47	17,3	0,51
6	12,8	0,39	24,0	0,50	17,8	0,51	15,1	0,57
7	24,3	0,43	22,0	0,43	18,0	0,43	18,2	0,48
8	27,9	0,44	26,0	0,50	18,0	0,48	18,9	0,52
9	18,7	0,47	20,5	0,53	21,0	0,40	20,6	0,46
10	22,8	0,44	19,7	0,51	15,0	0,53	16,6	0,53
11	19,3	0,43	24,2	0,49	21,0	0,49	16,1	0,51
12	24,0	0,41	28,0	0,49	19,3	0,52	16,7	0,53
13	25,7	0,43	25,8	0,48	21,5	0,46	17,6	0,47
14	27,9	0,44	19,3	0,50	23,0	0,43	17,1	0,49
15	18,7	0,47	24,2	0,49	24,5	0,55	17,0	0,57
16	22,8	0,44	28,0	0,49	25,7	0,47	20,1	0,51
17	19,3	0,43	25,8	0,48	19,3	0,52	-	-
18	24,0	0,41	19,3	0,50	21,5	0,46	-	-
19	25,7	0,43	-	-	23,0	0,43	-	-
20	-	-	-	-	24,5	0,55	-	-
21	-	-	-	-	25,7	0,47	-	-
Promedio :	0,43		0,49		0,49		0,51	

Cuadro 14. DAP y porcentaje de corteza del Pinus caribaea var. hondurensis, utilizadas para calcular el análisis de regresión y la función de regresión.

Nº	Florescencia S. I		Florescencia S. II		Coniferato		Bajo San Lucas	
	DAP cm	corteza %	DAP cm	corteza %	DAP cm	corteza %	DAP cm	corteza %
1	27,9	19	24,2	21	19,3	21	20,9	25
2	18,7	23	28,0	28	21,5	24	20,5	21
3	22,8	21	25,8	25	23,0	22	21,0	26
4	19,3	27	19,3	20	24,5	18	21,9	23
5	24,0	23	-	-	25,7	18	23,1	21
6	25,7	23	-	-	-	-	20,8	22
7	-	-	-	-	-	-	19,2	20
8	-	-	-	-	-	-	18,3	23
9	-	-	-	-	-	-	12,5	31
10	-	-	-	-	-	-	15,4	23
11	-	-	-	-	-	-	15,8	25
12	-	-	-	-	-	-	16,5	21
13	-	-	-	-	-	-	14,0	29
14	-	-	-	-	-	-	13,9	24
15	-	-	-	-	-	-	19,6	24
16	-	-	-	-	-	-	16,8	24
Promedio :	23		23		21		24	

Nota. El porcentaje de corteza, fue determinado por el método del volúmen del árbol con y sin corteza.

Cuadro 15. Factor m3rfico y porcentaje de corteza de las parcelas de Pinus caribaea var. hondurensis, obtenido de la funci3n de regresi3n.

Parcela	Arb./ha	DAP prom. cm	Factor m3rfico	Porcentaje de corteza %
Florencia Sur I	670	26,4	0,46	21
Florencia Sur II	600	26,5	0,46	21
Coniferato	1.360	20,7	0,48	23
Club	1.170	18,3	0,49	24
Atirro	1.430	19,3	0,49	23
Tres X	1.200	24,9	0,47	22
Pavones	1.260	21,5	0,48	23
Azul	1.310	24,7	0,47	22
Turrialba	720	28,8	0,46	21
La Roncha	1.310	22,1	0,48	23

Cuadro 16. Factor m3rfico y coeficiente de forma de las parcelas de Pinus caribaea var. hondurensis, obtenido directamente con la f3rmula.

parcela	Arb./ha	DAP prom. cm	Factor m3rfico		Coefic. de forma	
			Arboles medidos	Valor	Arboles medidos	Valor
Florencia Sur I	670	26,4	19	0,43	14	0,42
Florencia S. II	600	26,5	18	0,49	16	0,48
Coniferato	1.360	20,7	21	0,49	21	0,44
Club	1.170	18,3	16	0,51	34	0,48

Cuadro 17. Porcentaje de corteza y espesor de corteza calculado a la mitad de la altura del árbol en parcelas de Pinus caribaea var. hondurensis.

Parcela	Arb./ ha.	DAP prom. (cm)	Arb. medidos	Diam. prom. c.c (cm)	Espesor de corteza (cm)		Diam. prom. s.c (cm)	Porcentaje de corteza
					prom.	prom. x 2		
Florencia Sur I	670	26,4	14	14,46	1,20	2,40	12,06	30
Florencia Sur II	600	26,5	16	16,27	1,20	2,40	13,87	27
Coniferato	1.360	20,7	19	11,57	1,02	2,00	9,57	31
Club	1.170	18,3	18	13,04	0,85	1,66	11,58	24

$$\text{Porcentaje de corteza} = 1 - \frac{(\text{diámetro } \frac{1}{2} \text{ altura s.c})^2}{(\text{diámetro } \frac{1}{2} \text{ altura c.c})^2} \times 100$$

Cuadro 18. Índice de espaciamento relativo (S%) de Hart en las parcelas de Pinus caribaea var. hondurensis.

Parcela	Masa original				Masa extraída		Masa residual	
	Arb./ ha.	Espacio prom. <u>a</u> (m)	Altura mayor <u>H</u> (m)	S%	Arb./ ha.	Arb. %	Arb./ ha.	S%
	1	2	3	4				
Florenc. S.I	670	4,15	25,6	16,2	240	35,82	430	20,2
Florenc.S.II	600	4,39	21,4	20,5	200	33,33	400	25,1
Coniferato	1.360	2,91	24,6	11,8	600	44,12	760	15,8
Club	1.170	3,14	21,2	14,8	550	47,01	620	20,4
Atirro	1.430	2,84	22,0	12,9	-	-	-	-
Tres X	1.200	3,10	23,8	13,0	-	-	-	-
Pavones	1.260	3,03	21,8	13,9	-	-	-	-
Azul	1.310	2,97	23,0	12,9	-	-	-	-
Turrialba	720	4,00	25,2	15,9	-	-	-	-
La Roncha	1.310	2,97	22,5	13,2	-	-	-	-

Detalle:

2 ---- se obtiene con 1 en la tabla de Hart.

3 ---- son datos de campo.

4 ---- se aplica la fórmula :

$$S = \frac{a}{H} \times 100$$

in	cm									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.8	18042	17600	17173	16762	16364	15982	15613	15256	14911	14578
0.9	14256	13944	13643	13351	13068	12794	12530	12272	12023	11781
1.0	11547	11321	11105	10893	10672	10469	10273	10085	9905	9720
1.1	9543	9373	9208	9042	8882	8728	8579	8435	8295	8155
1.2	8019	7887	7760	7632	7508	7388	7271	7159	7049	6939
1.3	6833	6729	6629	6527	6429	6334	6242	6152	6065	5977
1.4	5891	5808	5728	5646	5568	5491	5416	5343	5273	5201
1.5	5132	5065	4999	4935	4868	4805	4744	4684	4626	4568
1.6	4511	4455	4401	4346	4293	4241	4190	4140	4092	4043
1.7	3995	3949	3904	3858	3813	3770	3727	3686	3645	3604
1.8	3564	3525	3486	3448	3410	3373	3337	3302	3267	3233
1.9	3199	3165	3133	3100	3068	3036	3005	2975	2946	2916
2.0	2887	2858	2830	2802	2774	2747	2721	2695	2669	2644
2.1	2618	2594	2569	2545	2521	2498	2475	2452	2430	2408
2.2	2386	2364	2343	2322	2301	2281	2261	2241	2221	2202
2.3	2183	2164	2145	2127	2109	2091	2073	2056	2039	2022
2.4	2005	1988	1972	1955	1939	1923	1908	1893	1878	1862
2.5	1848	1833	1819	1804	1790	1776	1762	1748	1735	1721
2.6	1708	1695	1682	1669	1657	1644	1632	1620	1608	1596
2.7	1584	1572	1561	1549	1538	1527	1516	1505	1494	1483
2.8	1473	1462	1452	1442	1432	1422	1412	1402	1392	1383
2.9	1373	1364	1354	1345	1336	1327	1318	1309	1300	1292
3.0	1283	1275	1266	1258	1249	1241	1233	1225	1217	1209
3.1	1202	1194	1186	1179	1171	1164	1156	1148	1142	1134
3.2	1128	1121	1114	1107	1100	1093	1086	1080	1073	1067
3.3	1060	1054	1048	1041	1035	1029	1023	1016	1011	1005
3.4	999	993	987	982	976	970	965	959	954	948
3.5	943	937	932	927	922	916	911	906	901	896
3.6	891	886	881	876	871	867	862	857	853	848
3.7	843	839	834	830	825	821	817	813	808	804
3.8	800	795	791	787	783	779	775	771	767	763
3.9	759	755	751	748	744	740	736	733	729	725
4.0	722	718	715	711	708	704	701	697	694	690
4.1	687	684	680	677	674	671	667	664	661	658
4.2	655	652	648	645	642	639	636	633	630	627
4.3	625	622	619	616	613	610	607	605	602	599
4.4	596	594	591	589	586	583	581	578	575	573
4.5	570	568	565	563	560	558	555	553	550	548
4.6	546	543	541	539	536	534	532	529	527	525
4.7	523	521	518	516	514	512	510	508	505	503
4.8	501	499	497	495	493	491	489	487	485	483
4.9	481	479	477	475	473	471	469	467	466	464
5.0	462	460	458	456	455	453	451	449	447	446
5.1	444	442	440	439	437	435	434	432	430	429
5.2	427	425	424	422	421	419	417	416	414	413
5.3	411	409	408	406	405	403	402	400	399	397
5.4	396	395	393	392	390	389	387	386	385	383
5.5	382	380	379	378	376	375	374	372	371	370
5.6	368	367	366	364	363	362	360	359	358	357
5.7	355	354	353	352	350	349	348	347	346	344
5.8	343	342	341	340	339	337	336	335	334	333
5.9	332	331	330	328	327	326	325	324	323	322
6.0	321	320	319	318	317	315	314	313	312	311

m	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Cuadro 21. Características de los árboles tumbados de Pinus caribaea var. hondurensis de 11 años de edad, usadas en el estudio de la "mancha azul".

A r b o l			T r o z a		Característica
Clave	DAP (cm)	Alt.tot. (m)	Con penta-clorofenol	Testigo	
A	35,0	22,5	A1 A3	A2 * A4	árbol bifurcado
B	42,7	21,0	B2 B4 B6 B8 *	B1 B3 B5 * B7	sin copa
C	32,2	23,1	C1 C3 * C5 *	C2 C4 C6 *	mala forma
D	35,8	21,5	D2 D4 D6	D1 D3 * D5	mala forma
E	43,0	17,5	E1 * E3 E5	E2 E4 * E6	sin copa y con ramas gruesas
F	30,4	20,8	F2 F4 *	F1 * F3	
G	46,0	18,0	G1 G3 G5	G2 G4 * G6	sin copa
H	28,8	20,6	H2 *	H1	mala forma
I	34,3	14,3	I1 I3 *	I2 I4	sin copa
J	36,4	23,4	J2 * J4 J6	J1 J3 J5 *	

Nota. * son trozas apiladas en el bosque por períodos de 45 y 90 días.

Cuadro 22. Contenido de humedad de muestras de 15 cm de ancho, procedente de la madera aserrada, al momento del apilado.

Nº	Muestra	Tratamiento		Peso (gramos)		Contenido humedad %	Pila
		troza	tabla	verde	seco		
1	G37	PD	PS	921,0	312	195	1
2	G19	PD	PS	856,4	312	174	1
3	E27	T1	PS	752,5	256	194	2
4	E25	T1	PS	838,1	288	191	2
5	C210	T1	T2	748,2	210	256	3
6	B18	T1	T2	944,4	321	194	3
7	F22	PD	T2	364,8	186	96	4
8	E36	PD	T2	966,8	314	208	4
P r o m e d i o :						188,5	

Detalle:

- PD ---- pentaclorofenol + diesel.
- T1 ---- testigo en trozas.
- PS ---- pentaclorofenato de sodio.
- T2 ---- testigo en tablas.

Cuadro 23. Determinación del peso seco de las maderas aserradas de 0,85 m de largo, secadas al aire libre bajo techo, mediante el sistema de apilado horizontal.

Nº	Tablas	Contenido de humedad en muestras (%)	Peso (kg)	
			Verde	Seco
1	E36	208	5.145	1.670,6
2	F22	96	2.101	1.071,9
3	B18	194	5.131	1.745,3
4	C210	256	4.035	1.133,4
5	E25	191	4.889	1.680,1
6	E27	194	4.587	1.560,2
7	G19	174	5.216	1.903,8
8	G37	195	5.301	1.797,1

Ejemplo.- Hallar el peso seco de la tabla E36.

- Contenido de humedad de la tabla E36 = Cont. de humedad de la muestra E36 = 208 por ciento.

- peso verde de tabla E36 = 5.145,5 kg.

- peso seco de tabla E36 = X

- Fórmula :

$$\text{Cont. de H}^{\circ}\% = \frac{\text{Peso verde} - \text{peso seco}}{\text{Peso seco}}$$

Reemplazando :

$$\frac{208}{100} = \frac{5.145,5 \text{ kg} - X}{X}$$

$$X = \frac{514,55}{308}$$

$$\underline{\underline{X = 1.6706 \text{ kg.}}}$$

Cuadro 24. Contenido de humedad de las maderas aserradas de 0,85 m de largo, durante el secado al aire libre bajo techo, por un período de 52 días en Pinus caribaea var. hondurensis.

Nº	Fecha (1977)	Contenido de humedad (%)											
		P i l a s											
		1			2			3			4		
		tabla			tabla			tabla			tabla		
		G19	G37	prom.	E25	E27	prom.	B18	C210	prom.	E36	F22	prom.
1	17/10	174	195	184,5	191	194	192,5	194	256	225,0	208	96	152,0
2	19/10	169	192	180,5	187	190	188,5	191	250	220,5	204	92	184,0
3	21/10	165	182	173,5	180	184	182,0	186	242	214,0	197	86	141,5
4	24/10	155	171	163,0	165	169	167,0	173	225	199,0	182	76	129,0
5	26/10	144	158	151,0	153	156	154,5	160	209	184,5	169	65	117,0
6	28/10	128	140	134,0	136	138	137,0	141	184	162,5	149	56	102,5
7	31/10	111	118	114,5	113	116	114,5	119	159	139,0	132	49	90,5
8	2/11	98	101	99,5	97	96	96,5	100	135	117,5	117	44	80,5
9	4/11	87	86	86,5	82	83	82,5	84	116	100,0	105	42	73,5
10	7/11	76	72	74,0	67	67	67,0	65	93	79,0	92	41	66,5
11	9/11	67	60	63,5	57	56	56,5	51	75	63,0	74	39	56,5
12	11/11	60	52	56,0	48	46	47,0	38	60	49,0	60	38	49,0
13	14/11	54	43	48,5	40	37	38,5	29	47	38,0	46	38	42,0
14	16/11	49	39	44,0	36	33	34,5	26	40	33,0	39	38	38,5
15	18/11	46	35	40,5	32	29	30,5	24	35	29,5	33	36	34,5
16	21/11	42	30	36,0	27	23	25,0	23	30	26,5	29	36	32,5
17	23/11	35	27	31,0	24	19	21,5	22	27	24,5	27	35	31,0
18	25/11	35	24	29,5	22	17	19,5	21	27	24,0	27	35	31,0
19	28/11	33	24	28,5	22	17	19,5	22	28	25,0	27	36	31,5
20	5/12	31	23	27,0	22	17	19,5	21	27	24,0	27	35	31,0
21	8/12	29	22	25,5	20	16	18,0	21	27	24,0	27	35	31,0

Nota. El término tabla es equivalente a la madera aserrada mencionada.

Cuadro 25. Contenido de humedad obtenido al momento del tumbado, con muestras de discos de madera de cinco centímetros de grosor, extraídas a una altura de 1,50 m del árbol.

Discos de madera	Peso (gramos)		Contenido de humedad %
	Peso verde	Peso seco a 105 °C	
A	4.123	1.770	133
B	6.555	2.021	224
C	3.733	1.446	158
D	3.972	1.501	165
E	7.150	2.534	182
F	2.045	1.010	102
G	10.048	2.787	260
H	2.775	1.035	168
I	4.509	1.602	181
J	2.813	1.436	96
P r o m e d i o :			166,9

Cuadro 26. Contenido de humedad en trozas apiladas al aire libre en el bosque, para períodos de 45 y 90 días.

Troza	Muestra de madera	Peso (gramos)		Contenido de humedad (%)
		Verde	Seco	
a. para 45 días :				
B5	B54	997,5	305	227
C5	C52	1.366,2	427	220
D3	D33	1.098,8	482	128
I3	I33	1.184,2	392	202
P r o m e d i o :				<u>194,2</u>
b. para 90 días :				
A2	A24	1.353,5	581	133
C3	C32	1.647,2	537	207
G4	G43	1.625,4	657	147
I2	J23	943,6	572	65
P r o m e d i o :				<u>138,0</u>

Cuadro 27. Densidad de madera de Pinus caribaea var. hondurensis de 11 años de edad, calculado por el método del peso seco al horno.

Nº	Muestra	Peso (gramos)			Volúmen de muestra (cc)	Densidad (gr/cc)
		Muestra seca	E + A	E + A + M		
1	E36	29,1	1.124	1.195,0	71,0	0,410
2	F22	26,4	1.121	1.185,5	64,5	0,409
3	B18	23,7	1.122,1	1.182,4	60,3	0,393
4	C210	26,2	1.122,4	1.196,2	73,8	0,355
5	E25	27,3	1.123,1	1.189,1	66,0	0,414
6	E27	28,0	1.123,7	1.191,4	67,7	0,413
7	G19	29,5	1.120,8	1.188,0	67,2	0,439
8	G37	28,2	1.124,5	1.193,3	68,8	0,410
P r o m e d i o :						<u>0,405</u>

Nota.

- E = Envase
- A = Agua
- M = Muestra

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso seco de muestra (gr)}}{\text{Volúmen seco de muestra (cc)}}$$



Fig. 8. Vista parcial del rodal de Pinus caribaea var. hondurensis en el Coniferato donde se aprecian fustes delgados y árboles inclinados como consecuencia de un raleo tardío y ligero. Edad de 12 años.

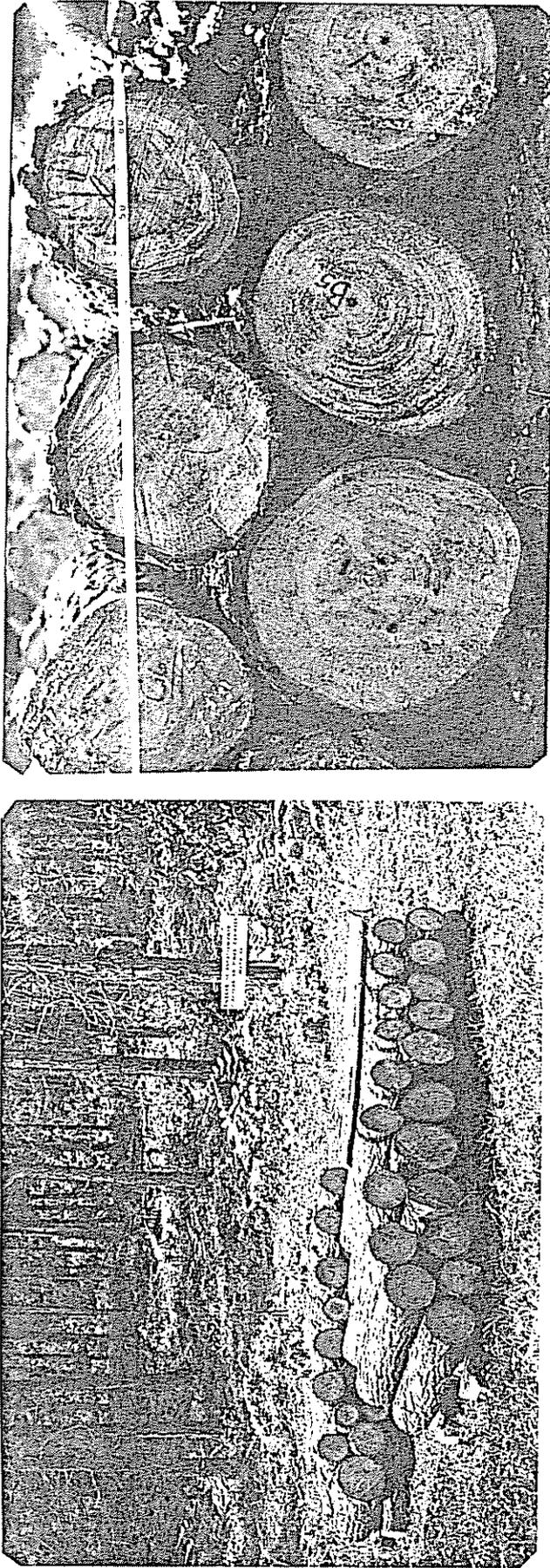


Fig. 9. Trozas de Pinus caribaea var. hondurensis, de 11 años de edad, apiladas en el bosque despues de los tratamientos. (Cinta en centímetros).

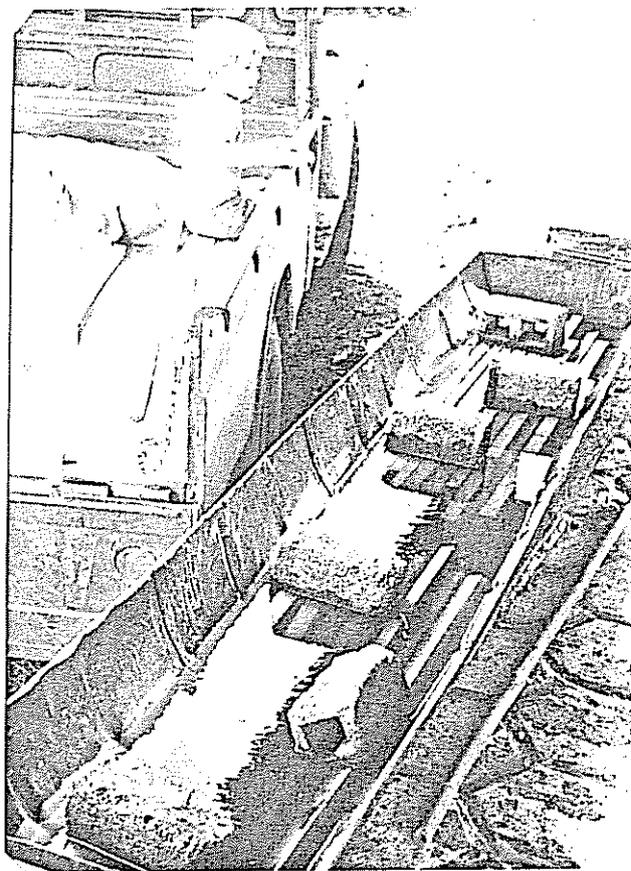


Fig. 10. Tratamiento de los separadores de madera de Pinus caribaea var. hondurensis, en baño por inmersión con la solución acuosa de pentaclorofenato de sodio.

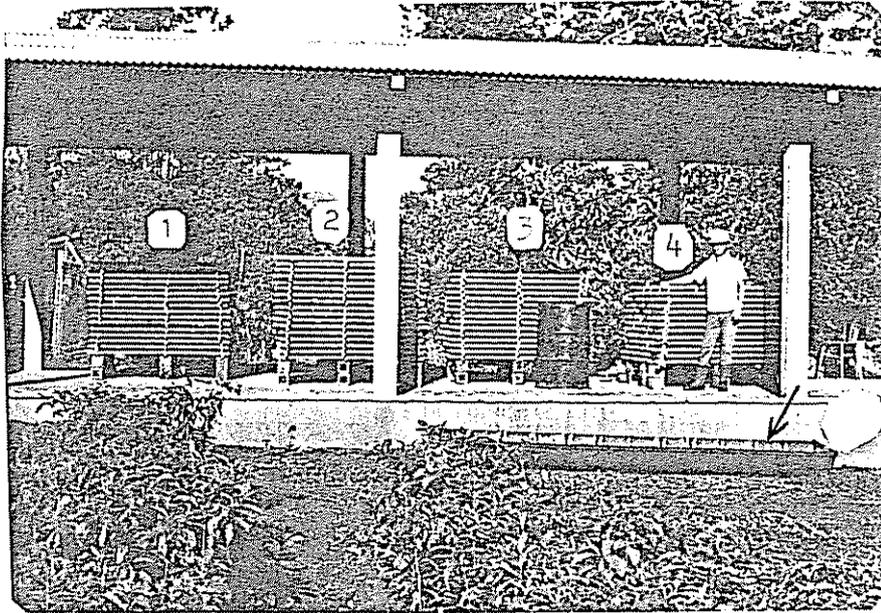


Fig. 11. La madera aserrada expuesta a secado al aire libre en 4 pilas por el sistema de apilado horizontal durante un período de 52 días. Se observa además, el cilindro (estación) para el preparado de la solución y el recipiente indicado con la flecha, para el baño por inmersión.

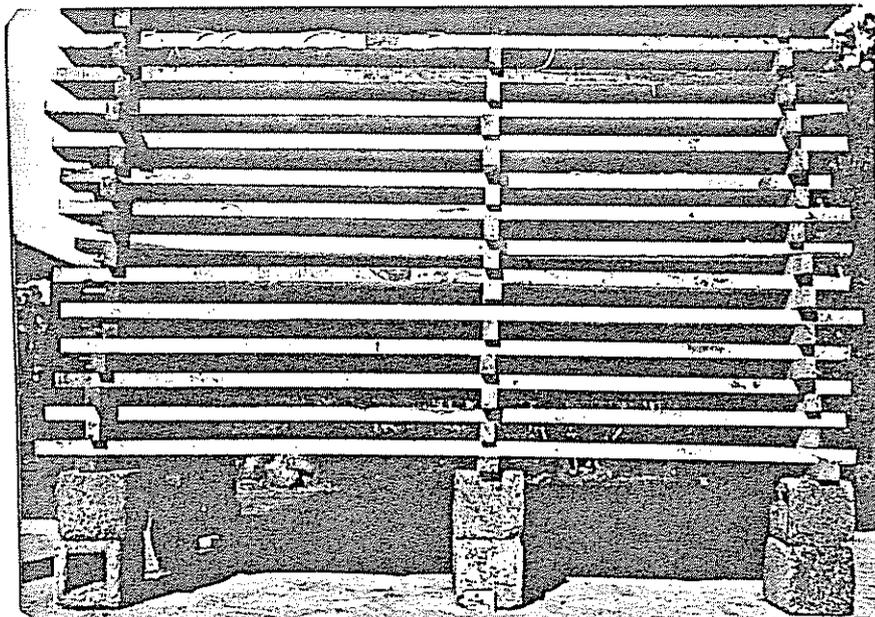


Fig. 12. Pila de madera aserrada en la que se aprecian las bases de ladrillo así como la disposición de los separadores.

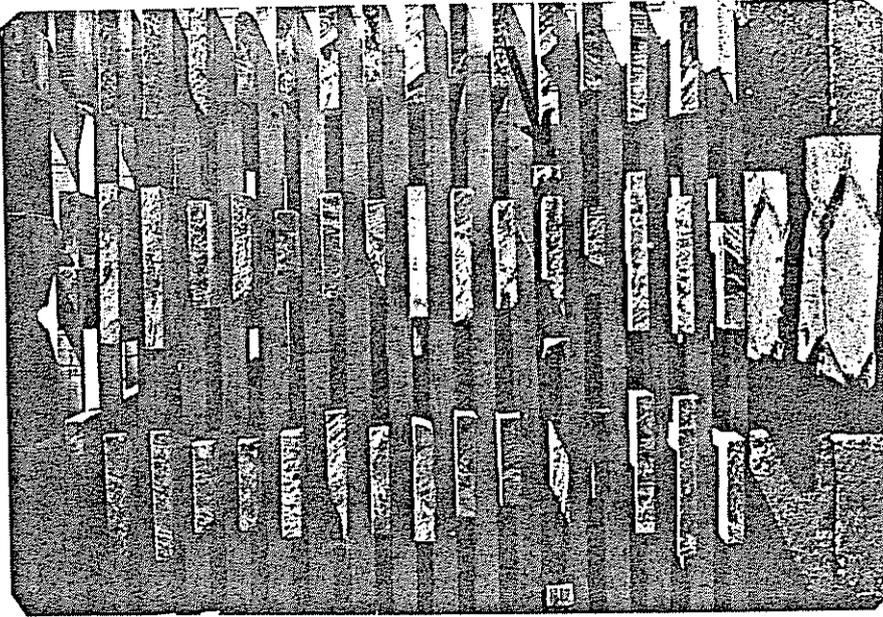


Fig. 3. Vista lateral de una pila de madera aserrada, donde se aprecian las dos tablas, en el quinto piso, usadas para determinar el contenido de humedad.

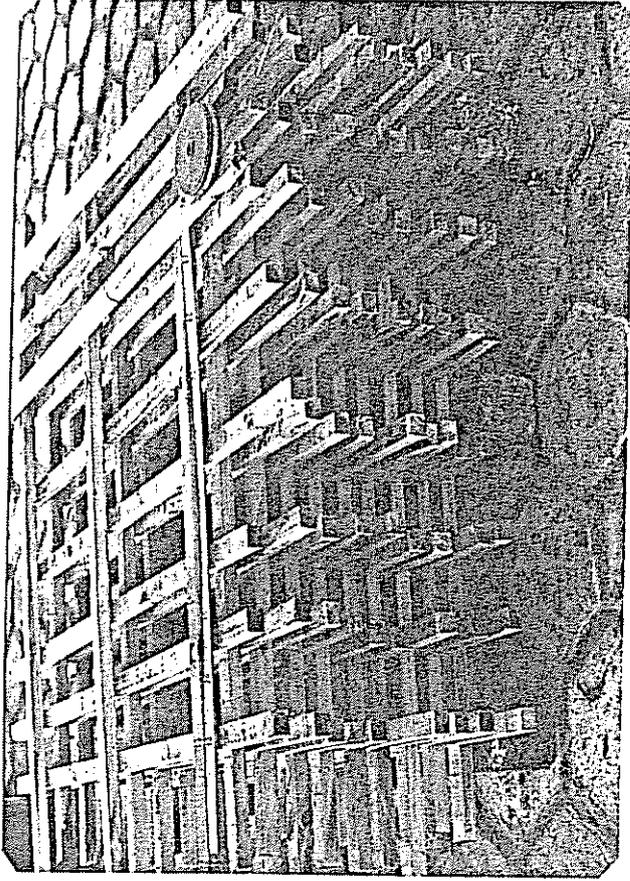


Fig. 4. Los separadores sometidos a secado al aire libre despues de preservarse con pentaclorofenato de sodio. (Cinta en centímetros)

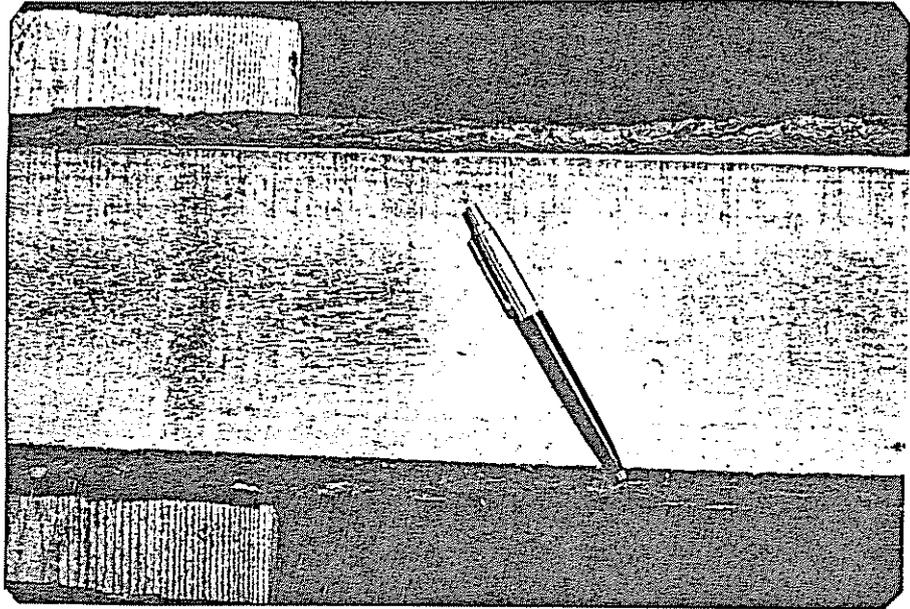


Fig. 15. "Mancha azul" en una pieza de madera aserrada no tratada con pentaclorofenato de sodio. La pieza corresponde a una prueba preliminar.