

## Abstract

*A foliage pathogen, Dothistroma septosporum, has been isolated from Pinus caribaea var. hondurensis, a species which has adapted well to Costa Rica environmental conditions and is an important element of the national reforestation effort.*

*A description of the disease and the pathogen are given, including the role of environmental conditions in the epidemiology of the disease.*

*Periodic evaluations of the severity of the disease over a ten-month period are made, estimating the percentage of foliage with symptoms in four 25-tree plots in an affected plantation near Turrialba.*

*The results of identifications of the pathogen by the Commonwealth Mycological Institute in foliage of P. canariensis, P. caribaea var. caribaea, P. caribaea var. hondurensis, P. elliotii, P. muricata, P. oocarpa, P. patula, P. pinaster, P. radiata, and P. taeda from other parts of Costa Rica are given.*

*The growth of affected trees in the evaluated plantation and the role of frequent fog and cool weather are discussed. It is observed that severely affected plantations of P. caribaea are above the normal altitudinal range of the species, possibly predisposing them to the disease. The susceptibility of different pine species is mentioned, suggesting that P. oocarpa may provide an alternative to the more susceptible P. caribaea in areas of high risk of Dothistroma.*

*It is concluded that the disease must be considered in selecting sites and species for the planting of pines in Costa Rica. Research on more exact limits for the safe planting of P. caribaea, and on efficient methods of chemical control of the disease is recommended.*

## Introducción

**E**l establecimiento de plantaciones forestales es una política propuesta por el Gobierno actual de Costa Rica y apoyada por la Ley de Reforestación del año 1977 para ayudar en el abastecimiento

nacional de madera y de sus derivados y así aliviar la presión sobre el bosque natural restante del país. Ensayos de especies forestales realizados en el CATIE en Turrialba, Costa Rica, han mostrado que *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf, se adapta bien a las condiciones ambientales del área (1, 10, 11). No obstante, recientemente se ha aislado del follaje de *P. caribaea* recolectado cerca de Turrialba un patógeno del follaje de los pinos, *Dothistroma septosporum* (Dorog.) Morelet. El hecho de que árboles de *P. caribaea* y otras especies susceptibles a la enfermedad, tales como *P. radiata* y *P. halepensis* sembrados hace 10 años o más, han crecido bien en lugares donde las mismas especies ya están severamente afectadas por la enfermedad sugiere que *Dothistroma*

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 30 de julio de 1981. El trabajo presentado en este artículo se realizó durante el servicio del Ing. Ford con el Cuerpo de Paz de los EEUU asignado al Programa de Recursos Naturales Renovables del CATIE.

\* Instituto Tecnológico de Costa Rica. Centro de Investigación Forestal

se haya introducido recientemente a Costa Rica. La presencia de la enfermedad podría afectar el éxito de plantaciones de pinos en el país.

### La enfermedad

Se ha condensado la siguiente descripción de Gibson (4): *Dothistroma septosporum* (sinónimo *Dothistroma pini* Hulbary) es la forma imperfecta del hongo ascomicete *Scirrhia pini* Funk & Parker. La enfermedad afecta casi exclusivamente al follaje del género *Pinus* aunque se han reportado ataques en *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco y en *Larix decidua* Mill. en Norteamérica. Solamente se ataca el follaje. Agujas infectadas se mueren invariablemente; la esporulación del hongo sigue pronto la muerte. Los estromas formados por la esporulación contienen masas de conidios. Los estromas emergen por la epidermis muerta, hinchándose al absorber agua y se rompen, liberando las masas de conidios que se dispersan por gotas de agua. Las ascosporas se producen en manera similar por ascostromas, pero no se conoce la importancia de ellas en la extensión de la enfermedad.

Los conidios parecen ser más importantes en la dispersión del hongo que las ascosporas; la lluvia ligera o llovizna favorece la dispersión máxima (6). La infección comienza con la germinación de conidios sobre el follaje mojado del árbol. Los conidios germinan entre 8°C y 25°C con una temperatura óptima de 18°C (7).

Los primeros síntomas de la enfermedad son anillos rojizo-pardos o amarillos en agujas individuales, seguidos por la muerte de la aguja. La infección comienza en las agujas más viejas por la parte baja del tallo y por la base de las ramas, y se extiende hacia arriba y hacia fuera. Árboles severamente afectados parecen rojos con su follaje muerto suspendido de las ramas. Eventualmente ellos pierden sus agujas, que deja al árbol sólo con el follaje más joven y no afectado por los extremos de las ramas (Véase Figura 1).

El daño a los árboles debido a la enfermedad es típico de defoliación, caracterizándose por pérdidas de altura y de crecimiento diamétrico. Árboles severamente afectados pueden morir debido a esta defoliación y a la pérdida de la habilidad de competir con otra vegetación, insectos o enfermedades.

### Observaciones cerca de Turrialba

Se observaron primero síntomas que se consideraban ser debido al ataque ligero de *Dothistroma*

en marzo de 1978, durante la medición de las parcelas de ensayos de proveniencia de *Pinus caribaea* sembradas en 1973, pero éstos no se estudiaron (Dyson, 2). Ataques más serios de árboles sembrados en mayo de 1978 se notaron en julio de 1979, y se enviaron especímenes al Commonwealth Mycological Institute of the Commonwealth Agriculture Bureaux para identificarse. El patógeno sospechado, *Dothistroma*, se confirmó.

Se establecieron cuatro parcelas en la plantación de 1.1 ha cerca del Río Chiz aproximadamente ocho km hacia el Oeste de Turrialba a 1 200 m.s.n.m. (9°54'N latitud, 83°44'0 longitud). La precipitación anual del sitio es 4200 mm y el promedio anual de la temperatura es 19.5°C (Instituto Meteorológico Nacional, Juan Viñas). Al principio, las parcelas tenían 25 árboles cada una (5 x 5), y se distribuían por toda la plantación para reflejar toda la variación ambiental del rodal (Figura 2).

Se evaluó la cantidad del follaje afectado, según el sistema de Ivory (8) que emplea los valores presentados en el Cuadro 1.

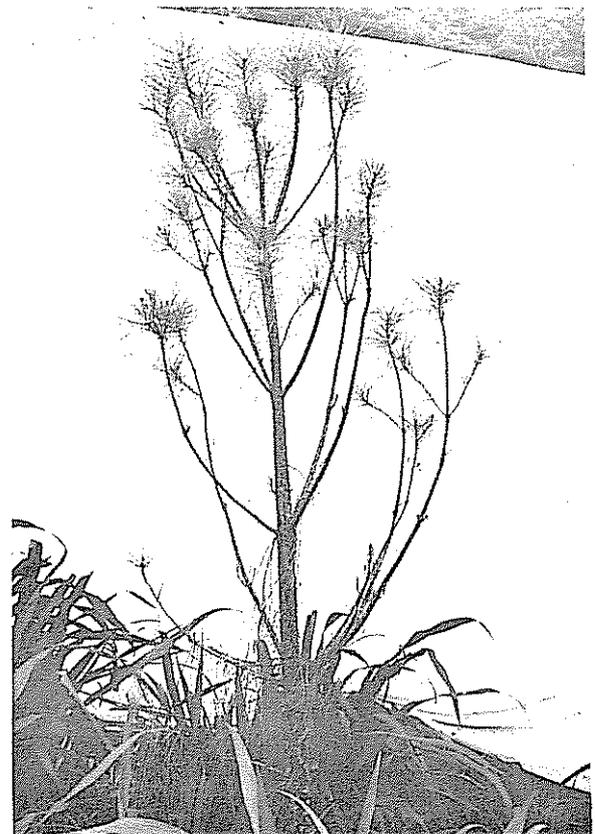


Fig 1 *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, de un año y medio de edad, parcialmente defoliado por *Dothistroma*. Nótese la falta de agujas en el tallo y las partes próximas de las ramas.

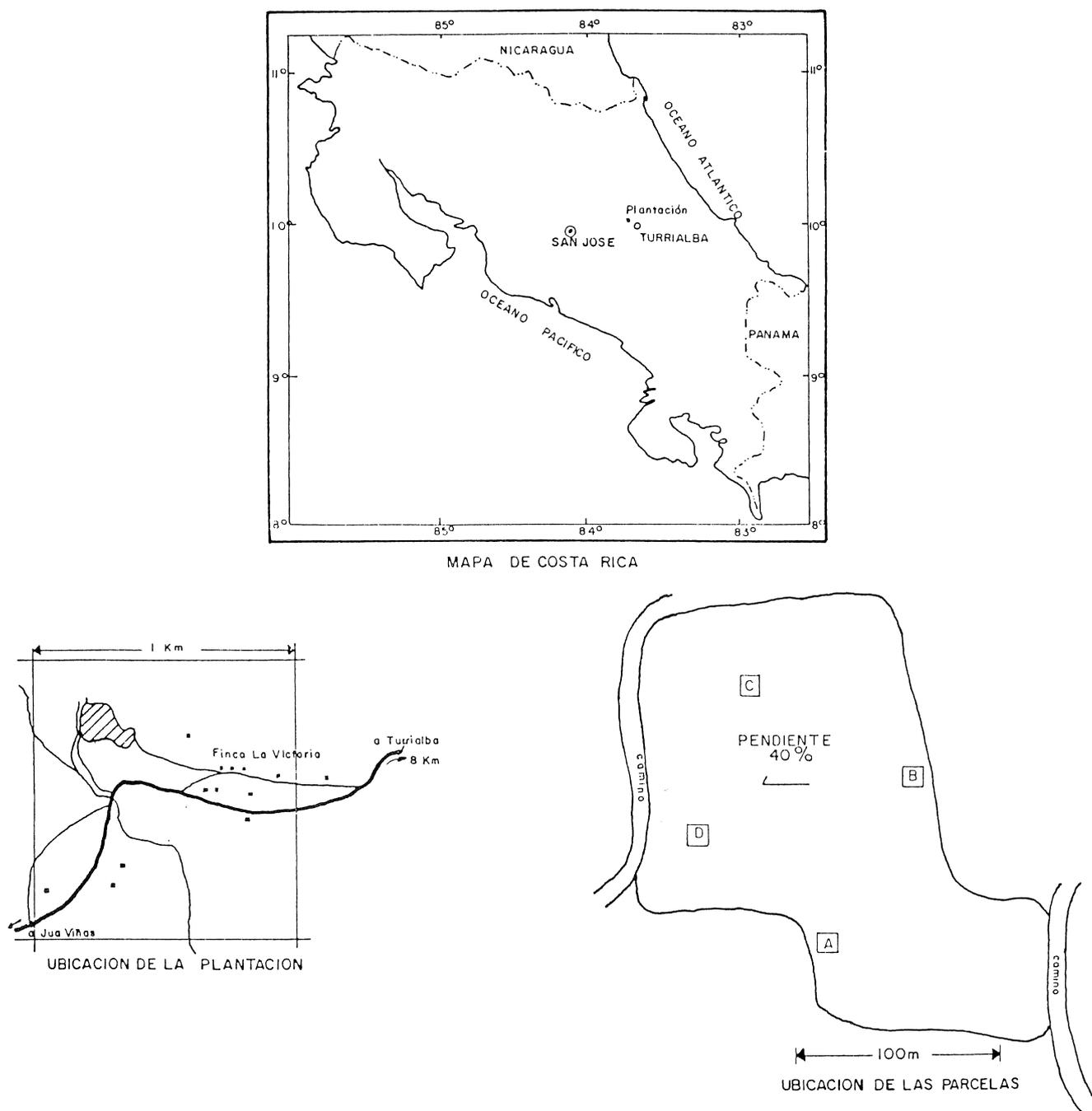


Fig. 2 Ubicación de la plantación y de las parcelas estudiadas.

Se evaluó la enfermedad al buscar síntomas (anillos rojizo-pardos o amarillos, agujas muertas, agujas caídas) en cada árbol. Es fácil confundir los primeros síntomas de *Dothistroma*, o sea, los anillos colorados, con daño debido a la perforación de insectos chupadores, tales como *Macunolla ventralis* (Homoptera: Cicadellidae) y *Hansenia pulverulenta* (Homoptera:

Flatidae) que se ven frecuentemente en plantaciones de *P. caribaea* en el área de Turrialba (3). Este ataque de chupadores deja anillos de tejido muerto en las agujas, pero no muestra los signos de la enfermedad, o sea, los estromas, en la epidermis de las agujas. Para los árboles severamente afectados que habían perdido muchas agujas, se evaluó el follaje perdido como fo-

Cuadro 1. Evaluación de síntomas de *Dothistroma* según Ivory (8).

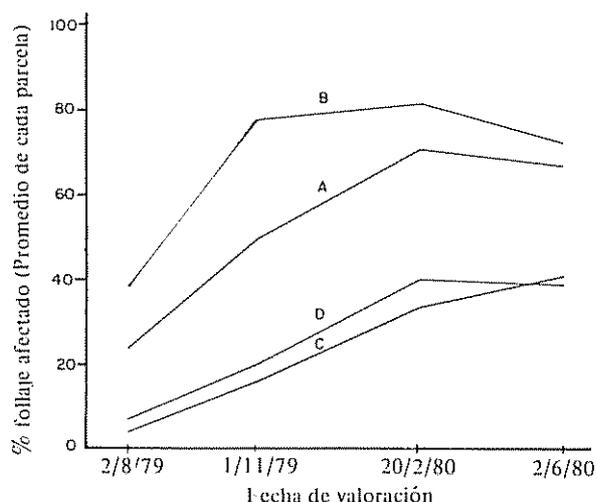
Clase de evaluación	Cantidad de follaje que muestra síntomas
0	No se ven síntomas
1	0 - 5%
2	6 - 25%
3	26 - 50%
4	51 - 75%
5	76 - 100%

llaje afectado, empleando como referencia al *P. caribaea* sano de la misma edad para estimar la cantidad de follaje perdido debido a la enfermedad.

El Cuadro 2 y la Figura 3 muestran los resultados de las cuatro parcelas desde el 2 de agosto de 1979 hasta el 2 de junio de 1980. Se habían perdido las cintas que indicaba la parcela D al evaluarla el 2 de junio de 1980; pues se evaluaron 25 árboles en una área aproximada. Se calculó el porcentaje de follaje afectado usando el centro del rango de porcentaje afectado de cada unidad (0-5) del sistema de Ivory (7) (2.5, 15.5, 38, 63 y 88 para los rangos respectivos 0-5, 6-25, 26-50, 51-75 y 76-100).

Cuadro 2. Evaluación periódica de la severidad de *Dothistroma*.

Parcela	Fecha	No. de árboles en clase según Ivory							% Follaje
		0	1	2	3	4	5	Promedio	
A	2/8/79	0	8	9	4	3	1	2.2	23.5
	1/11/79	0	2	6	3	7	6	3.4	49.2
	20/2/80	0	0	2	3	5	14	4.3	70.5
	2/6/80	0	0	1	5	5	13	4.3	66.0
B	2/8/79	0	1	4	2	10	8	3.8	37.8
	1/11/79	0	0	0	2	7	16	4.6	77.0
	20/2/80	0	0	0	0	7	18	4.7	81.0
	2/6/80	0	0	1	2	5	16	4.5	71.9
C	2/8/79	0	22	3	0	0	0	1.1	4.1
	1/11/79	0	4	18	3	0	0	2.0	16.0
	20/2/80	0	2	11	6	4	2	2.7	33.3
	2/6/80	0	0	8	10	4	3	3.1	40.8
D	2/8/79	0	15	8	0	0	0	1.3	7.0
	1/11/79	0	1	17	5	0	0	2.2	19.8
	20/2/80	0	0	6	10	7	0	3.0	39.7
	2/6/80	0	0	7	12	5	1	3.0	38.7

Fig 3 Desarrollo de *Dothistroma* en cuatro parcelas cerca de Turrialba.

#### Observaciones en otras partes de Costa Rica

El 3 de marzo de 1980 se visitaron los ensayos de pinos de 15 años de edad en la cuenca del Río Reventado del Volcán Irazú, aproximadamente 25 km hacia el oeste de Turrialba a 2650 m.s.n.m. (9°58'N. latitud, 83°52'O longitud) para buscar síntomas de *Dothistroma*. Algunas de las especies en Río Reventado son *Pinus canariensis*, *P. halepensis*, *P. muricata*, *P. patula*, *P. pinaster*, *P. radiata* y *P. taeda*.

Se presentan datos dasométricos de 10 árboles del centro de las parcelas y observaciones del follaje afectado por *Dothistroma* en el Cuadro 3. Los datos son de 10 árboles medidos por Dyson el 22 de setiembre de 1979.

Se enviaron especímenes de estos árboles al Commonwealth Mycological Institute para confirmar la enfermedad.

Se ven síntomas parecidos a *Dothistroma* en casi todo el *P. caribaea* en otras partes de Costa Rica. En algunos casos se piensa que estos síntomas son debido a ataques de insectos; en otros casos, que son debido a otros patógenos de pinos. Sin embargo, se ha confirmado *Dothistroma* en otras áreas frescas y nebulosas de Costa Rica. Se presentan los resultados de identificaciones de especímenes mandados a CMI en el Cuadro 4.

### Discusión

Se estudiaron primero los síntomas de la enfermedad en el área de la parcela B en la plantación de *P. caribaea* var. *hondurensis* cerca del Río Chiz. Como muestra la Figura 3, las parcelas A y B son afectadas más severamente que las parcelas C y D, aunque todas las parcelas empeoraron en el transcurso de la evaluación. La tasa de incremento de la infección aminoró desde febrero hasta junio de 1980, período que incluye los meses más secos del año, marzo y abril. Las

parcelas A, B y C tenían promedios de follaje afectado más bajos en junio que en febrero de 1980. Se observó en la evaluación de las parcelas de junio de 1980 que, con excepción de los árboles más afectados (más de 75% defoliados), los brotes laterales y terminales se habían alargado y habían producido nuevas agujas, que redujeron el porcentaje del follaje total afectado. No obstante, árboles con más de 50% de su follaje afectado en febrero, crecieron poco hasta junio y estaban siendo dominados por árboles más sanos. Es probable que se morirán algunos de los árboles de la plantación debido a la enfermedad.

El área afectada se envuelve en niebla por las tardes y noches de casi todo el año, posiblemente favoreciendo la dispersión y germinación de los conidios. También hay plantaciones de pino cercanas que son afectadas, una de ellas con exposición hacia los vientos prevalentes, o sea, hacia el Este. Esta plantación de barlovento es igualmente afectada que la plantación evaluada, y es más afectada en las partes más altas de la ladera que en las partes bajas, un fenómeno observado también en la plantación evaluada, y probablemente debido a que hay condiciones ambientales más favorables para el desarrollo de la enfermedad en las partes altas de las plantaciones que en las partes bajas.

Parece probable que se deba evitar la siembra de *P. caribaea* en áreas con niebla frecuente y con promedios de temperatura bajo de 20°C. Sitios dentro de la extensión altitudinal normal de *P. caribaea* (0-1000 m.s.n.m. y raramente arriba de los 800 m (9)), probablemente no presentarían un riesgo serio de la enfermedad. Los síntomas severos de Río Chiz parecen resultar de una siembra fuera del ámbito idóneo de la especie.

Ivory (8) observó 41 especies y variedades de *Pinus* en Kenya. Se encontró *P. caribaea* muy susceptible a *Dothistroma*. Al contrario, *P. oocarpa* se encontró muy resistente a la enfermedad, mostrando síntomas pero poco afectado. Todavía no se ha confirmado *Dothistroma* en follaje de *P. oocarpa* en Costa Rica, pues esta especie puede usarse como sustituto para *P. caribaea* en aquellas áreas que presenten un riesgo serio de *Dothistroma*.

### Conclusión

*Dothistroma septosporum* existe en Costa Rica y debe considerarse al contemplar la siembra de pinos. Áreas frescas y nebulosas (riesgo alto) no deben plantarse con la especie susceptible *P. caribaea*. Especies resistentes de pino pueden permitir la siembra en

Cuadro 3. Dato dasométrico y grado del ataque de *Dothistroma* en Río Reventado.

ESPECIE	$\bar{d}$ (cm)	OBSERVACIONES
<i>P. canariensis</i>	15.6	Extremos de las agujas rojizas y apariencia copetuda.
<i>P. halepensis</i>		Solo hay agujas a los extremos de las ramas y la copa.
<i>P. muricata</i>		Agujas solo en copetes a los extremos de las ramas y la copa.
<i>P. patula</i>	19.2	Pocos síntomas.
<i>P. pinaster</i>	13.3	Descoloración y apariencia copetuda.
<i>P. radiata</i>	23.2	Copas parecen sanas.
<i>P. taeda</i>		Apariencia copetuda.

Cuadro 4. Resultados de las identificaciones del CMI.

Especie	Edad años	Ubicación	Latitud N	Longitud °	Elevación m.s.n.m.	Comentarios
<i>P. canariensis</i>	16	Prusia Volcán Irazú	9° 58'	83° 52'	2650	Se sospecha <i>Dothistroma</i> pero no se confirma
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	1.5	La Garita de Alajuela	9° 56'	84° 21'	460	Lesiones similares a <i>Dothistroma</i> pero no se confirma
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	2	Volcán de Buenos Aires	9° 11'	83° 28'	400	Bandas rojas asociadas con fisuras <i>Asochyta</i> sp. confirmada
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	12	Florencia Norte, CATIE	9° 53'	83° 40'	700	No se confirma <i>Dothistroma</i> pero posible
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	1	La Suiza	9° 52'	83° 36'	1150	No hay <i>Dothistroma</i>
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	1.2	ITCO/MAG vivero Cañas	10° 25'	85° 05'	85	Parece <i>Dothistroma</i> pero probablemente insectos
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	2	Río Chiz Juan Viñas	9° 54'	83° 44'	1240	Se confirma <i>Dothistroma</i>
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	2	Volcán de Buenos Aires	9° 11'	83° 28'	400	Probablemente insectos
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	2.5	La Garita de Alajuela	9° 56'	84° 21'	460	Bandas rojas, pero no se aísla <i>Dothistroma</i>
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	3-4	San Isidro de El General	9° 22'	83° 42'	700	Daño probablemente debido a insectos
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	4	Palmar Norte	8° 57'	83° 28'	16	Posiblemente insectos; no se confirma <i>Dothistroma</i>
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	5	Nuevo Arenal, Tifarán	10° 28'	84° 51'	520	Bandas rojas ligeras, pero no se confirma <i>Dothistroma</i>
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	8	San Ramón	10° 04'	84° 30'	1140	Se confirman <i>Dothistroma</i> y <i>Cercoseptoria</i> ( <i>pini-densiflorae</i> )
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	15	La Garita de Alajuela	9° 56'	84° 21'	440	No hay <i>Dothistroma</i>
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	15	Finca Cecilia San Isidro de El General	9° 15'	83° 32'	500	Daño probablemente debido a insectos
<i>P. elliottii</i>	16	La Garita de Alajuela	9° 56'	84° 21'	440	Se aisló <i>Cercoseptoria</i> (prob. <i>pini-densiflorae</i> )
<i>P. halepensis</i>	16	Prusia Volcán Irazú	9° 58'	83° 52'	2650	Se confirma <i>Dothistroma</i>
<i>P. muricata</i>	16	Prusia Volcán Irazú	9° 58'	83° 52'	2650	Se confirma <i>Dothistroma</i> después de aislamiento
<i>P. oocarpa</i>	1	Finca Thiele, La Suiza	9° 52'	83° 36'	1150	No se confirma <i>Dothistroma</i>
<i>P. oocarpa</i>	1	Finca Sánchez La Suiza	9° 51'	83° 35'	900	No se observa <i>Dothistroma</i>

Cuadro 4. Resultados de las identificaciones del CMI.

Especie	Edad años	Ubicación	Latitud N	Longitud °	Elevación m.s.n.m.	Comentarios
<i>P. oocarpa</i>	2	Volcán de Buenos Aires	9° 11'	83° 28'	400	Se aisló nueva especie de <i>Coniochaeta</i>
<i>P. oocarpa</i>	2.5	La Garita de Alajuela	9° 56'	84° 21'	460	Bandas rojas pero no se observa <i>Dothistroma</i>
<i>P. oocarpa</i>	2.5	San Isidro de El General	9° 22'	83° 42'	700	Se aisló <i>Asochyta</i> sp.
<i>P. oocarpa</i>	4	EC Ganadería, Atenas	9° 57'	84° 22'	400	No se observa <i>Dothistroma</i>
<i>P. patula</i>	16	Prusia Volcán Irazú	9° 58'	83° 52'	2650	No se observa <i>Dothistroma</i>
<i>P. pinaster</i>	16	Prusia Volcán Irazú	9° 58'	83° 52'	2650	Se confirma <i>Dothistroma</i>
<i>P. radiata</i>	16	Prusia Volcán Irazú	9° 58'	83° 52'	2650	Se observa conidia, pero no se aísla <i>Dothistroma</i>
<i>P. taeda</i>	16	Prusia Volcán Irazú	9° 58'	83° 52'	2650	Bandas rojas, pero no se confirma <i>Dothistroma</i>

áreas de riesgo serio, pero se necesitan estudios adicionales para identificarlas y confirmar la hipótesis.

Debe llevarse a cabo una investigación para determinar con más exactitud los límites para la siembra de la especie susceptible, *P. caribaea*. Además, se debe probar la eficacia y la viabilidad económica del control de la enfermedad con fungicidas. Aunque Gibson (5) encontró posible el control de *Dothistroma* en *P. radiata* en escala menor en el este de Africa, su control en escala mayor por aplicación aérea no era posible. El control de *Dothistroma* en *P. radiata* en Nueva Zelandia se hace comúnmente por la aplicación aérea de fungicidas (5). Deben realizarse ensayos de métodos de control de *Dothistroma* en *P. caribaea* bajo condiciones costarricenses.

### Resumen

Un patógeno foliar, *Dothistroma septosporum* ha sido aislado del *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, especie que se ha adaptado bien a las condiciones ambientales de Costa Rica y que es un elemento importante en los esfuerzos de reforestación nacional.

En el presente artículo se describe a la enfermedad y al patógeno, incluyendo el papel que juegan

las condiciones ambientales en la epidemiología de la enfermedad.

Se realizan evaluaciones periódicas de la severidad de la enfermedad sobre un período de 10 meses, en que se estima el por ciento del follaje con los síntomas de la enfermedad, empleando para ello cuatro lotes de 25 árboles cada uno, en una plantación afectada cercana a Turrialba.

Se observó que otras plantaciones de *P. caribaea* severamente afectadas, se encuentran situadas por arriba de los límites normales de altitud para esta especie de pino, lo cual posiblemente las predispone a la enfermedad.

Se concluyó que el riesgo de la enfermedad debe ser tomado en consideración al seleccionar áreas y especies para la plantación de pinos en Costa Rica, y se recomienda realizar investigaciones específicas para fijar los límites precisos para establecer tales plantaciones, así como determinar métodos eficientes para el control químico de la enfermedad.

### Bibliografía

1. COMBE, J. y GEWALD, N., editores. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica 1979 378 p.

2. DYSON, W. G. En el expediente Patología Forestal, archivo del Programa de Recursos Naturales Renovables del CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1980.
3. FORD, L. B. A survey of pests in forest plantations in Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Informe Técnico No. 7. 1980. 53 p.
4. GIBSON, I. A. S. *Dothistroma* blight of *Pinus radiata*. Annual Review of Phytopathology 10:51-72. 1972.
5. GIBSON, I. A. S. Impact and control of *Dothistroma* blight of pines. European J. of For. Pathology 4:89-100. 1974.
6. GIBSON, I. A. S. CHRISTENSEN, P. S. y MUNGA, F. M. First observations in Kenya of a foliage disease of pines caused by *Dothistroma pini* Hulbary. Comm. For. Rev. 43(1): 31-48. 1964.
7. IVORY, M. H. Spore germination and growth in culture of *Dothistroma pini* var. *keniensis*. Trans. Brit. Mycol. Soc. 50(4):563-572. 1967.
8. IVORY, M. H. Reaction of pines in Kenya to attack by *Dothistroma pini* var. *keniensis*. E. African Agr. For. J. 33(3):236-244. 1968.
9. LAMB, A. F. A. *Pinus caribaea* Vol. 1. Fast growing timber trees of the lowland tropics No. 6. Oxford, England, Dept. of Forestry, CFI, University of Oxford. 1973, pp. 10-20.
10. REYNA, N. Análisis del incremento de madera y estudio de la mancha azul en *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. UCR-CATIE. 1978. 128 p.
11. SALAZAR, R. Rendimiento del *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf. a los 8 años de edad en el Cantón de Turrialba. Turrialba, Costa Rica, Centro Agrícola Cantonal de Turrialba. 1976. 33 p.