

Las hogueras en el monte y el ataque del hongo *Leptographium gallaeciae* sp. nv. sobre *P. pinaster* Ait.

F. J. F. DE ANA MAGÁN

Una nueva enfermedad en Europa es el tema de este trabajo. Esta enfermedad, afecta al *P. pinaster* Ait. en España, Francia y Portugal.

El agente causante de la misma es un hongo del género *Ceratocystis* cuya fase imperfecta se denomina *Leptographium gallaeciae* F. Magán, especie nueva.

El parásito se desarrolla a partir de los daños causados por hogueras realizadas en el monte con el fin de limpiar éstos de material combustible.

Se estudia la biología del hongo y su distribución.

La lucha contra este daño es también objeto de atención por parte del autor.

Por primera vez se identifica este «wilt» sin considerarlo causado por insectos relacionados con el hongo.

F. J. F. DE ANA MAGÁN. Departamento Forestal de Zonas Húmedas. CRIDA 01.

INTRODUCCION

Desde que en 1882 HARTIG descubre en Alemania el hongo del azulado de la madera (*Ceratostomella pilifera*), se inicia una corriente que lleva a muchos investigadores a estudiar distintos tipos de hongos colonizadores de este material.

Estos hongos colonizaban la madera de árboles muertos, pero nunca se les mencionaba como parásitos sobre planta viva.

En 1938 se descubre en California el hongo *Verticicladiella wagnerii* causante de un azulado in vivo del *Pinus ponderosa*.

MARTÍNEZ (1943), menciona un azulado en pie del *P. sylvestris* en el Guadarrama y lo atribuye a la *Ceratostomella pini*. El propio autor consideraba que esta observación era poco consistente.

Desde entonces proliferan las noticias de estas tinciones en coníferas y frondosas en varios continentes y sus daños se estiman cada día más importantes.

En España este tipo de enfermedad se detecta por primera vez en forma alarmante sobre el *P. pinaster* en Galicia en 1974.

Iniciado su estudio en dicho año en el Centro Forestal de Lourizán, creemos haber encontrado una posible explicación de los factores y circunstancias que intervienen en la naturaleza y difusión de esta enfermedad. Con anterioridad, habíamos determinado al patógeno como un hongo del género *Ceratocystis* que parecía estar relacionado con insectos del género *Ips* (F. DE ANA MAGÁN, 1979). Sin embargo, ahora estamos en condiciones de asegurar que dicho hongo y el fuego manejado por el hombre se alían contra el *P. pinaster*, que fue señor de nuestros montes por casi tres siglos, y le hacen sucumbir de una forma rápida. Los daños causados por esta enfermedad pueden afectar de una forma importante a una gran cantidad de montes particulares en los que destruye, en algunos casos, más de dos tercios del arbolado. Ante el hecho de que esta enfermedad está producida por una técnica cultural, es importante el divulgar sus graves consecuencias con el fin de evitar el aumento de estos daños al intentar los selvicultores eliminar el riesgo de los incendios forestales, con la quema de los restos de las cortas, podas o limpiezas.

Cuadro 1.—Datos de las procedencias de *Pinus pinaster*.

Procedencia	Altitud — m.	Mortalidad porcentaje a los		Área basimétrica — m. ² /ha.	Altura — m.	Crecimiento medio anual — m. ² /ha.
		Tres años	Diez años			
Primera plantación (diez años)						
2a Beni Seddat (Marruecos)	1.650	3,8	11,9	30,8	5,26	11,78
2b Taza (Marruecos)	1.460	2,6	7,2	26,8	4,65	9,54
4a Cazorla, Jaén (España)	1.200	3,2	16,1	25,0	5,23	10,34
4b Silos, Jaén (España)	1.200	3,6	14,3	29,2	5,74	11,74
5b Cea de A., Teruel (España)	1.300	1,8	5,9	23,0	5,11	8,72
6 Hontoria, Burgos (España)	1.130	2,8	10,3	25,9	5,46	10,32
7a Navalilla, Segovia (España)	900	8,5	22,5	21,1	5,30	8,13
7b S. Miguel, Valladolid (España) ...	870	0,8	19,4	22,6	5,46	8,88
7c Arévalo, Avila (España)	850	1,5	15,7	28,8	5,83	11,62
7d Almazán, Soria (España)	1.000	3,2	14,4	22,0	5,05	8,11
8 Cillaperlata, Burgos (España)	560	1,3	28,1	14,3	4,24	5,07
9 Luyego, León (España)	1.000	10,8	36,6	13,2	4,43	4,77
10 Arenas S. P., Avila (España)	480	2,1	9,6	28,9	6,48	12,77
12a Arbo, Pontevedra (España)	400	3,5	16,4	27,1	7,40	12,84
13 Les Landes (Francia)	50	8,9	18,8	28,5	7,18	13,13
15a Maures (Francia)	450	9,4	23,0	22,0	5,62	8,86
15b L'Esterel (Francia)	320	1,8	7,1	31,5	6,43	13,32
18 Corté (Córcega)	750	5,1	11,1	28,8	5,63	11,70
Segunda plantación (nueve años)						
1 Djidjelli (Argelia)	80				3,31	
3 Albuñuelas, Granada (España) ...	1.100				4,32	
5a Poyatos, Cuenca (España)	1.370				4,36	
11 Leiria (Portugal)	150				5,61	
12b Tomiño, Pontevedra (España)	100					
12d Ribadeo, Lugo (España)	100				5,93	

El *P. pinaster* en Galicia fue introducido hacia el año 1700 (RUIZ, 1980), procedente de Portugal. Hoy se extiende en unas 736.800 ha., produciendo más de tres millones de metros cúbicos de madera. Esto convierte a esta especie en la más extendida en los montes gallegos y en la productora de un 60 por 100 de la madera de este país.

La adaptación de esta especie en Galicia es francamente buena, esto viene avalado por los niveles sanitarios de sus plantaciones y la capacidad productiva de la misma.

Su área de cultivo ocupa toda la zona costera gallega, llegando en algunas situaciones a los mil metros de altura, si los riesgos de nevadas copiosas no son muy altos.

Su principal enemigo son los incendios, por

permitir este árbol un abundante sotobosque que arde con gran facilidad. Estos incendios provocaron en la década de los años setenta la destrucción de grandes masas de este pino, cuyos restos al mantenerse en el monte bastante tiempo, fueron el mejor sistema de potenciar las plagas de insectos que se van a relacionar lateralmente con nuestro trabajo.

La climatología de la zona en la que hemos observado el daño es la que corresponde al área del *P. pinaster* en el Noroeste de la Península Ibérica y en las Landas francesas, no habiéndose observado posibles factores que pudieran influir en la presencia de esta alteración.

En el año 1974, se detectaba por primera vez la enfermedad objeto de estudio, en parcelas de experiencias de razas de *P. pinaster*

situadas en el Municipio de Cuntis (Pontevedra). En estas parcelas se cuenta con 23 variedades de *P. pinaster* de toda su área, reflejada en la figura 1 y cuyos datos se reflejan en el cuadro 1 (MOLINA, 1965).

Los números que se observan en el mapa, corresponden a los orígenes relacionados en el cuadro 1.

RESULTADOS

Descripción del patógeno

Desde el año 1974, venimos aislando con relativa facilidad un hongo causante de un enne-

grecimiento de la madera que identificamos como el género *Ceratocystis*. Este hongo fue aislado de árboles vivos formando manchas en la madera en forma de segmentos circulares muy llamativos.

Sobre medios de cultivo, se consigue un crecimiento rápido de este hongo, pero no presenta fructificaciones.

Sobre madera atacada, situada en cámara húmeda, se obtuvieron el estado perfecto e imperfecto del mismo. Su estado imperfecto se situó en el género *Leptographium*.

En su fase perfecta (diploide) la fructificación es una periteca constituida por una base

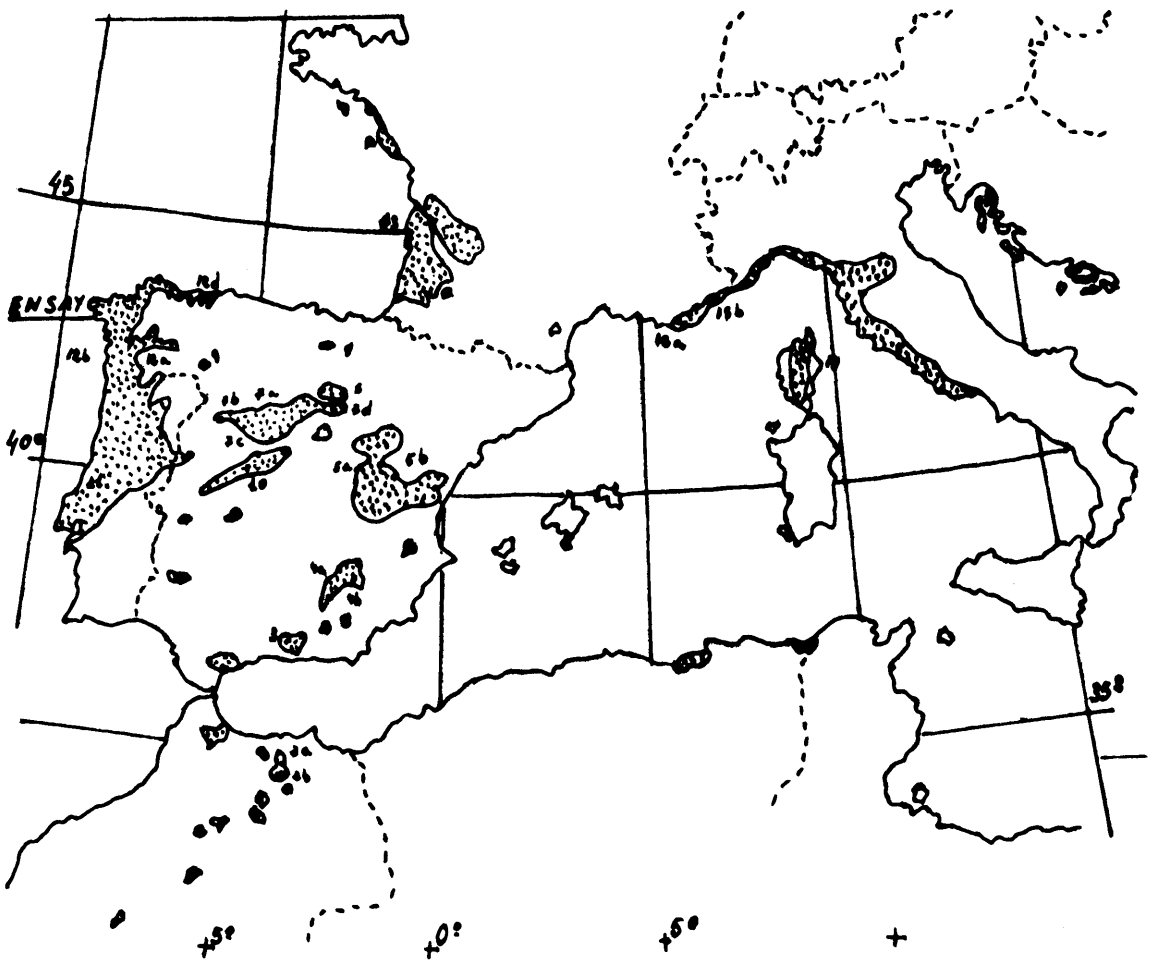


Fig. 1. - Área de distribución del *Pinus pinaster*, según F. MOLINA.

esférica, un cuello y en el extremo de éste un ápice.

En el interior de la base se encuentran las ascas con sus ascosporas. Estas ascas, no se ven por presentar un tejido evanescente. Sus ascosporas perfectamente visibles mediante tinción, son hialinas, en forma de sombrero. Estas salen de la base a través del cuello y llegan al ápice en donde se encuentra un poro u ostiolo que les permite salir al exterior, dentro de una gota de líquido mucilaginoso.

Las peritecas son superficiales o ligeramente inmersas en el medio en que viven, presentando una coloración negruzca. Su pared tiene una forma de red y está constituida por células pseudoparenquimatosas. Esta base no presenta ningún tipo de ornamentación ni tampoco abundancia de micelio unido a ella.

El cuello de la periteca se presenta ligeramente inclinado o sinuoso. No hay hifas ostiulares en el ápice del mismo.

Las dimensiones que hemos obtenido son:

$$\begin{aligned} a &= 297,4 \mu\text{m.} \quad \left\{ \begin{array}{l} 272 \mu\text{m.} \\ 306 \mu\text{m.} \end{array} \right. \\ b &= 376,4 \mu\text{m.} \quad \left\{ \begin{array}{l} 295,8 \mu\text{m.} \\ 425 \mu\text{m.} \end{array} \right. \\ c &= 25 \mu\text{m.} \quad \left\{ \begin{array}{l} 22 \mu\text{m.} \\ 27 \mu\text{m.} \end{array} \right. \end{aligned}$$

Ascosporas ($4 \times 3,4$) $\mu\text{m.}$

El estado imperfecto o haploide del hongo se obtiene sobre madera de cámara húmeda, presentándose en algunos casos conjuntamente con el estado perfecto diploide. Lo observamos por primera vez, en un tronco de madera infectada que se quedó en el monte; en la parte inferior de la misma, se forma un césped de color grisáceo en su superficie, por la cantidad tremenda de conidióforos que con sus conidios se encontraban allí situados.

Esta fase imperfecta se denomina *Leptographium* y se caracteriza por presentar unas formaciones conidiales exógenas situadas sobre los conidióforos erectos, tabicados, con la base fuertemente unida a la madera por la bifurcación del estipe en forma de raíces laterales.

El conidióforo en su parte superior se divide en ramas que, a su vez, se ramifican y sus-

tentan otras hialinas y muy delgadas, sobre las que se sitúan los conidios en su ápice. El conjunto de conidios y ramas del conidióforo, se encuentran embebidas en una gota de un líquido mucilaginoso que adquiere en su conjunto un color grisáceo-blanquecino del que hacíamos mención anteriormente.

Los conidios son hialinos, cilíndricos y fáciles de observar al microscopio.

Las dimensiones obtenidas en este *Leptographium* son:

$$\begin{aligned} a + b &= 734 \mu\text{m.} \quad \left\{ \begin{array}{l} 1.088 \mu\text{m.} \\ 340 \mu\text{m.} \end{array} \right. \\ b &= 151 \mu\text{m.} \quad \left\{ \begin{array}{l} 227,6 \mu\text{m.} \\ 119 \mu\text{m.} \end{array} \right. \\ c &= 10,5 \mu\text{m.} \quad \left\{ \begin{array}{l} 13,6 \mu\text{m.} \\ 6,8 \mu\text{m.} \end{array} \right. \end{aligned}$$

Número de septos: 7 u 8.

Conidios: ($3,4 \times 1,7$) $\mu\text{m.}$

Anchura del micelio: 4-6,8 $\mu\text{m.}$

El micelio de este hongo se presenta blanco hialino y al cabo de cuatro o cinco días toma un color más oscuro hasta llegar al oliváceo-negruzco cuando envejece. Este color de conjunto varía al observarlo al microscopio dando una coloración acastañada. La pared externa del micelio es verrugosa. Las hifas se presentan tabicadas con unos septos muy visibles. El cultivo en medio artificial es fácil, presentando en Agar-malta al 2,5 por 100 y a 25° C. un crecimiento en diez días de 60 ó 70 mm., lo que HUNT (1956) considera como crecimiento rápido.

La variación en anchura se debe a que este micelio sea exterior o interior a la madera.

En estos cultivos en placas, el hongo desprende un olor casi inapreciable y su micelio aéreo en cultivos viejos se mantiene de un color grisáceo.

En la madera el micelio se encuentra invadiendo la albura y duramen, avanzando más rápidamente a través de los radios leñosos, los cuales contienen la mayor fuente de alimentación para el hongo.

En la raíz, que es el primer lugar de localización de este parásito, lo encontramos tiñendo de una forma bastante uniforme toda una sec-

ción transversal de la misma. Si partimos una raíz por su sección radial podremos encontrar con mucha facilidad peritecas del hongo creciendo en los huecos de la zona medular que previamente había sido atacada por el micelio que destruye las células. La forma del desarrollo del hongo en la madera es muy similar a otros causantes del azulado, por lo que no nos detendremos en su descripción.

La fase imperfecta de este hongo se puede observar a simple vista sobre maderas apeadas situadas en el monte. Naturalmente que hay que gozar de una buena vista para observar los conidióforos aisladamente.

En varias ocasiones, de árboles con los síntomas externos de la enfermedad, hemos visto que a nivel del cuello no presentaba la tinción negruzca. Puesta una rodaja del tronco en un medio húmedo, se consigue a los diez o quince días fructificaciones del hongo en su facies perfecta e imperfecta.

La facies imperfecta es muy atacada por nematodos que devoran con gran avidez los conidios.

Entre la presentación de la facies imperfecta y la perfecta median varios días, siendo más precoz la primera.

Las peritecas están superficialmente y el micelio que acompaña a los dos tipos de fructifi-

cación presenta unas hifas hialinas y otras más viejas oliváceo-acastañadas.

Con el fin de observar el avance de este hongo inoculado en probetas de madera de distintas especies, realizamos el siguiente ensayo:

En vasos de precipitados de 400 cm.³ se colocó unos 60 cm.³ de medio de Agar-Malta al 2,25 por 100. Sobre este medio se pusieron probetas de madera de 2×2×6 cm. de las siguientes especies:

Pinus pinaster.

Pinus radiata.

Pseudotsuga douglasii.

Cedrus spp. (cedro).

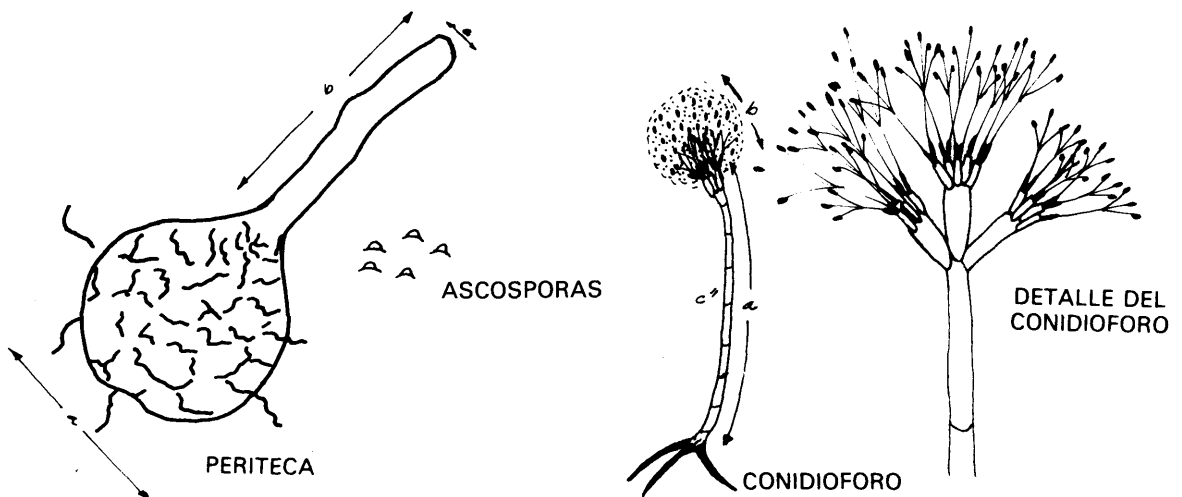
Cinamomon camphora (alcanforero).

Cupressus lusitania (ciprés).

El vaso en estas condiciones, fue introducido en autoclave esterilizándolos a 1 atmósfera de presión durante veinte minutos.

Cuando el medio se enfrió se inoculó el hongo *Leptographium gallaeciae* y se introdujo en cámara de cultivo.

Al mes de inoculación se realizó una primera medición del avance del hongo, cortando las probetas por su parte central y observando la zona teñida. Esta zona teñida se midió y se dió en tanto por ciento.



En esta primera medición obtenemos las siguientes conclusiones:

La madera en la que mejor se desarrolla el hongo es en la *Pseudotsuga douglasii* seguida del *Cedrus* spp.

La que mayor resistencia ofrece es la de *Cinamomon camphora* (alcanforero).

Una segunda revisión, fue realizada a los siete meses de la inoculación y en ella se mantienen las mismas características de comportamiento ante la colonización de las maderas por el hongo.

El ensayo se hizo inoculando quince probetas de madera de cada especie.

En la figura 2 se puede observar gráficamente la colonización del hongo sobre cada tipo de madera.

Taxonomía

Si seguimos la clasificación de ALEXOPOULUS (1962) tenemos que situar este hongo en Euascomycetidae-Microascales-Ophiostomataceae-Ceratocystis.

El género *Ceratocystis* fue establecido por ELLIS y HALSTD en 1890. Ninguna descripción genérica fue hecha en ese momento. Inicialmente las peritecas y las ascosporas con sus ascas evanescentes, fueron dadas como picnidios y conidios.

SACCARDO en 1892 sobre el supuesto de un estado picnidal, transfirió varias especies al género *Sphaeronema*. ELLIOT en 1923 se da cuenta de que no son picnidios, sino peritecas, y transfiere el *S. fimbriatum* al género *Ceratostomella*. Posteriormente habría aún otra transferencia de este género a *Ophiostoma* por NANNFELDT en 1934.

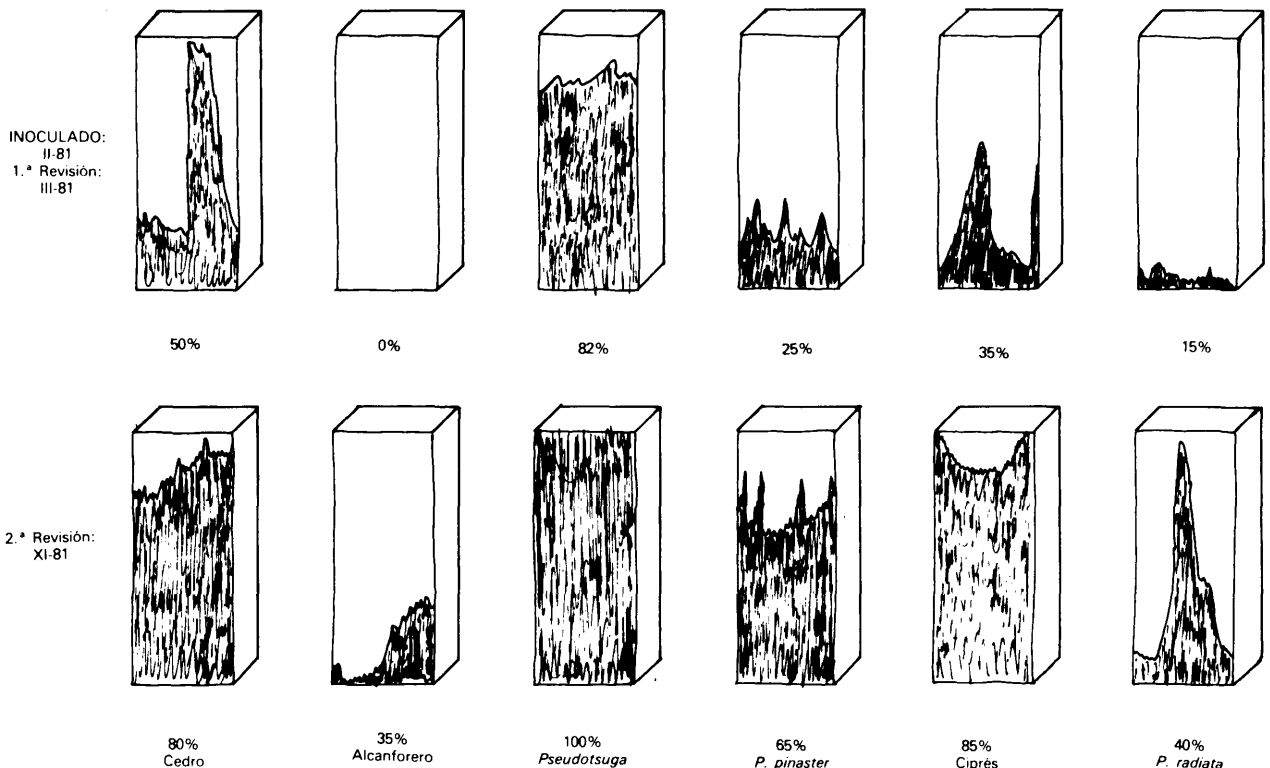


Fig. 2. — Probetas de madera inoculadas con *Leptographium gallaeiae*.

El nombre genérico de *Ceratocystis* fue reivindicado por BAKSI en 1950.

Ya dentro del género *Ceratocystis*, nos pasamos a la clave de HUNT (1956).

Nosotros entramos en la clave con ascoporas en forma de sombrero y dentro de éstas que tengan un sólo borde o ala del mismo.

Hifas ostiolares ausentes.

Estado imperfecto *Leptographium* (con la formación ya mencionada); crecimiento en cultivo rápido.

Se describen dos especies *C. penicillata* y *C. piceaperda* que no se ajustan a los datos biométricos que nosotros poseemos y que son muy próximas entre sí.

El género *Leptographium* Legert et Melin se diferencia del *Verticicladiella* Hughes, al presentar una fructificación aneloforal más que simpodial, según GOHEEN (1976).

KENDRICK (1965) menciona como diferencia entre el género *Verticicladiella* y *Leptographium*, la falta en el pie del estipe de una hifa rizoidal en el primero, que sí se presenta en nuestro *Leptographium*.

Por todas estas razones, creemos que estamos ante un *Ceratocystis* con una fase imperfecta en forma de *Leptographium*.

Este *Leptographium* por las dimensiones que presenta y por el número de septos en su estipe, parece ser una especie nueva que denominamos *Leptographium gallaeciae* F. MAGÁN en consideración del país (Galicia) en donde fue identificado, F. DE ANA MAGÁN (1981).

Sintomatología

La sintomatología de la enfermedad que nos ocupa se presenta como una traqueomicosis, en la que el patógeno se difunde en el interior de la planta a través del sistema vascular. De esta forma, coloniza el xilema dando lugar a una sintomatología muy espectacular por la rapidez de la evolución de la planta afectada.

Como enfermedad vascular que es, presenta ciertas características, comunes a éstas. Las acículas de la planta infectada pierden turgencia, volviéndose flácidas; pasan del color verde

al amarillo y de aquí al castaño, muriéndose. Este proceso dura de uno a tres meses, según la época del año.

En período de crecimiento podemos observar árboles situados en la zona de ataque, con pérdida de crecimiento, lo que contrasta con los brotes vigorosos de los pinos sanos de su entorno. Este es el primer síntoma de la enfermedad y el árbol morirá en pocos meses.

Tan pronto como se inicia la clorosis, una gran cantidad de insectos (fundamentalmente del género *Ips* y *Blastophagus*) atacan a la planta produciéndose su decorticación.

WINGFIEDD (1980) estudia la presencia de la *Verticicladiella alacris* sobre *P. pinaster* y *P. radiata* en Africa del Sur tomando como vector de la misma a los insectos *Orthotomicus erosus* (Woll) y *Hylurgus liquiperdus* (F) que estaban en el tronco, y el *Hylastes angustatus* Herbst. y el *H. linnearis* Erichson situados en las raíces en zonas próximas al nivel del suelo. Para nosotros los insectos que se presentan son los mismos escoltidos que atacan a los pinos dañados por cualquier causa o simplemente amontonados en el suelo, pero que no llevan el daño o árboles sanos y que, por otra parte, se observa antes el daño en la planta que la entrada masiva de insectos.

GOHEEN (1976) y WAGENER y MIELKE (1961), hablan de la transmisión de enfermedades de este tipo por insectos del género *Dentrotocnus* (dentro del género *Pinus*) que atacan a la raíz y desde allí se difunde la enfermedad. Nosotros intentamos la localización de este tipo de insectos, pero no fue posible, las raíces no presentaban daños por picaduras o galerías de los mismos.

La planta afectada no presenta una mayor sensibilidad a esta enfermedad en un determinado momento de su vida, ya que hemos estudiado rodales dañados con planta en edades comprendidas entre los cinco años hasta otras que pudieran tener, aproximadamente, un siglo.

Nosotros observamos que los daños se producen en masas situadas en lugares secos (dentro de la climatología gallega) con una distribución de los árboles muertos en rodales que

abanzaban sinuosamente como una mancha de aceite.

Las diferentes razas de *P. pinaster* ofrecen una resistencia muy distinta al avance de la enfermedad en las parcelas de Cuntis a las que hacíamos referencia anteriormente.

Una vez apeado el árbol dañado, encontramos en la madera una tinción casi negra que forma a modo de segmentos circulares, irregulares en sus bordes.

En esta coloración de la madera podemos agrupar dos tipos de localización de la tinción:

a) La gran mayoría de los árboles afectados por esta enfermedad presentan la tinción de la madera en el cuello de la planta, lo que se hace muy visible en el momento en que se corta un árbol de este tipo.

b) Otros árboles afectados, no presentan esta tinción en la base, pero al ser troceados, se puede observar ésta a distintos niveles del tronco. Este tipo de tinción está relacionado con los insectos xilófagos portadores de hongos del azulado, pero que podrían ser de otra especie distinta a la que nos ocupa. En este caso tendríamos que buscar el patógeno a nivel de las raíces con el fin de cerciorarnos de su presencia.

En las raíces de las plantas afectadas, se puede observar en una sección transversal una distribución regular del micelio con una tinción muy tenue. En la zona medular hay una mayor concentración del hongo y en ella se instalan gran cantidad de frutificaciones del mismo en su facies perfecta.

En un tocón teñido, podemos determinar cual es la raíz por donde entró la infección, ya que inicialmente la tinción nos marca esta dirección muy claramente.

Esto nos llevó a suponer que la infección era transmitida de una raíz a otra por un proceso de anastomosis entre ellas como sucede en otras traqueomicosis en el olmo y en los robles. Realmente después de descalzar más de veinte pies de pinos dañados, no hemos podido observar este proceso de injerto entre raíces de distintos árboles, más que en un caso; las raíces que entraban en contacto en algunos

casos se doblaban una sobre otra, pero no se soldaban.

Para conocer la posible transmisión a través de las raíces, se realizó un ensayo con isótopos radioactivos con la colaboración de la sección de Fisiología Forestal del Departamento Forestal del CRIDA 06, cuyos resultados aún no disponemos.

PATTON y MYREN (1960) en su trabajo sobre el ataque de *Polyporus tomentosus* al pino y *Pseudotsuga*, estudian la transmisión de la enfermedad de un árbol al otro a través de raíces en contacto superficial. Naturalmente, este hongo coloniza el exterior de la raíz, mientras que en nuestro caso la enfermedad es del tipo traqueomicosis y, por lo tanto, de transmisión interna.

DISCUSION

En los últimos años, se ha producido en el mundo una gran cantidad de trabajos científicos sobre la patología de hongos del género *Ceratocystis* en ataques a coníferas y frondosas.

Dentro de las coníferas es el género *Verticicladiella* (fase imperfecta de un *Ceratocystis*) el que más menciones recibe como patógeno de numerosas especies.

Casi siempre estas enfermedades están rela-

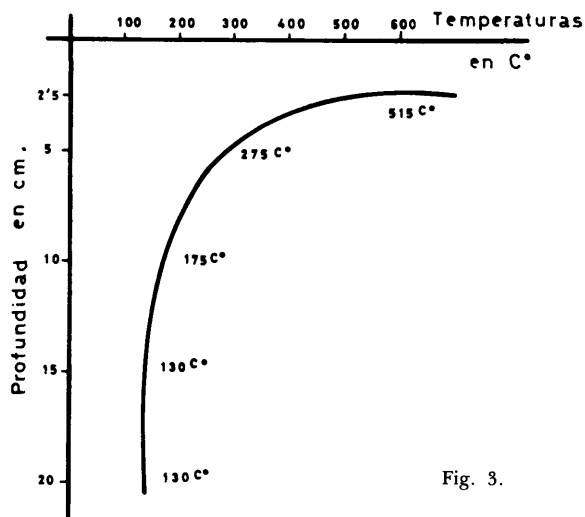


Fig. 3.

cionadas con un agente vector de las mismas que fundamentalmente es un insecto xilófago. Para nosotros estas relaciones no estaban demasiado claras en el caso que nos ocupa, por lo que durante años estuvimos observando una gran cantidad de focos de estos daños hasta que en 1980 nos dimos cuenta de que en el centro de una mancha producida por la muerte de estas plantas, había restos de una hoguera. Estos eran difíciles de observar por el efecto de las lluvias, el crecimiento de la vegetación y los restos de acículas y ramillas caídos sobre ellas.

En posteriores comprobaciones se encontraron en los demás focos de la enfermedad, las mencionadas hogueras, observándose que la

distribución de los pinos muertos eran aproximadamente circular, con centro en el foco de calor (fig. 13).

Las hogueras se producen en aquellos montes en donde las comunidades vecinales gozan, por lo general, de un nivel de vida relativamente alto y que en la década de los setenta

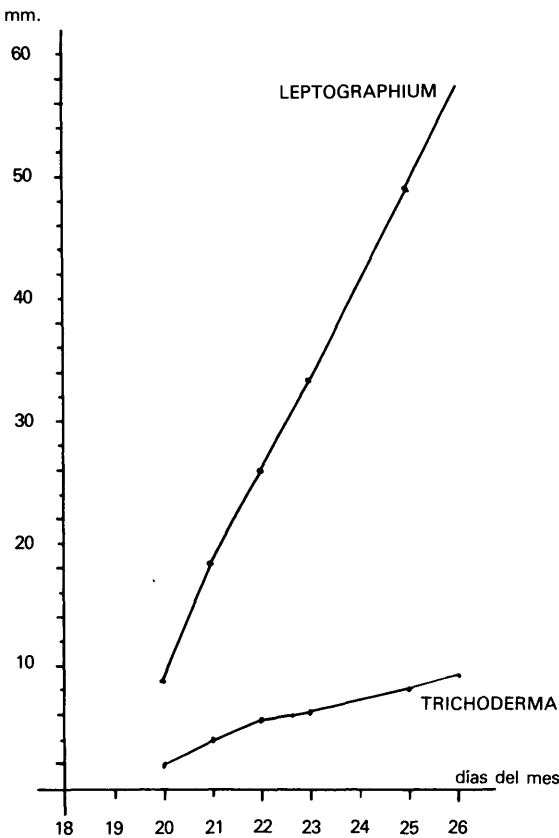


Fig. 4.—Gráficas de crecimiento de *Leptographium gallaeciae* y *Trichoderma viride* en cultivo de agar-malta al 2,5 por 100 a 20° C. Inoculado: 18-5-81.

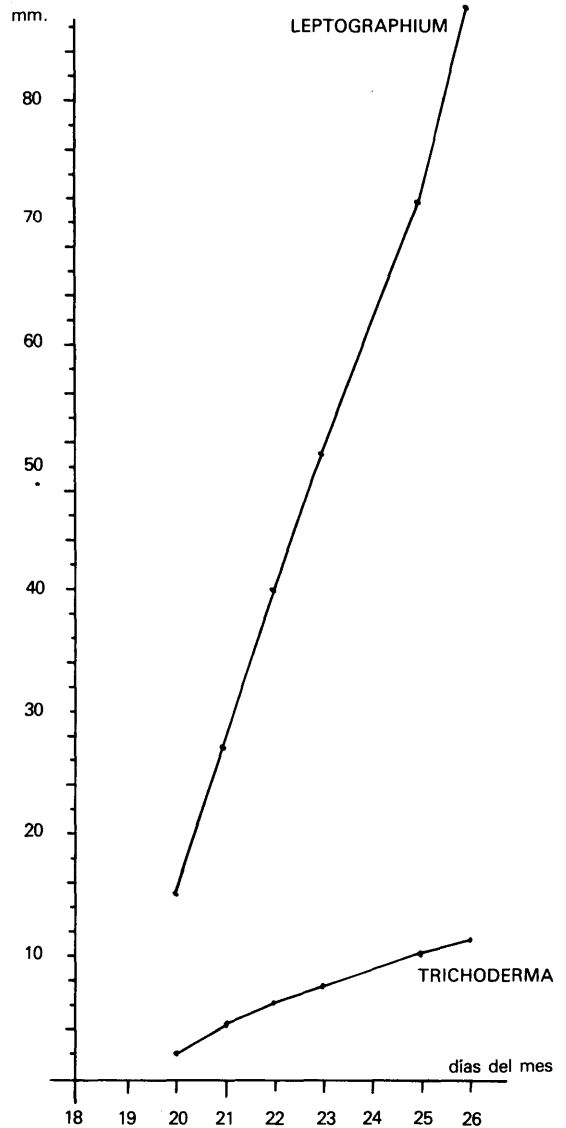


Fig. 5.—Gráficas de crecimiento del *Leptographium gallaeciae* y *Trichoderma viride* en cultivo de agar-malta al 2,5 por 100 a 25°C. Inoculado: 18-5-81.

cambió como fuente energética al tradicional uso de la leña de los montes por el butano. Ante la acumulación de estos restos vegetales, tan perjudiciales para la propagación de insectos y de los fuegos forestales, la hoguera controlada era el método más barato de eliminar la materia seca, dejando en el monte las cenizas como aporte mineral.

Para poder realizar estas hogueras, se busca un pequeño claro entre pinos, de forma que no dañe el calor a la parte aérea de los mismos.

Según VEGA (1981), por trabajos realizados por diversos investigadores se sabe que un foco de quema de este tipo, puede llegar a producir a 20 cm. de profundidad, en suelos sueltos como los nuestros, temperaturas del orden de los 130° C. con desecaciones que bajan la humedad en un 13 por 100. Estos datos vienen reflejados en la curva figura 3, obtenida a partir de experiencias realizadas por diversos autores, y que a nosotros nos puede dar una idea aproximada de lo que sucede en el suelo en el caso de una hoguera en la que se quemaron unos 400 kg. de materia seca por metro cuadrado.

Por otro lado, sabemos que las raíces de *P. pinaster* con 25 años de edad y en masas densas, pueden llegar a una distancia de más de diez metros (según pudimos constatar en los trabajos de descalce de raíces).

Por todo esto, la maraña de raíces que se encuentra en la zona de una hoguera, son dañadas por las altas temperaturas a que son sometidas, y en estas condiciones suponemos que se produce la entrada del patógeno.

Con estas consideraciones nos preguntamos si estaría el patógeno en estos suelos desde siempre o es un agente introducido.

Naturalmente es muy difícil aclarar esta cuestión porque, al menos aquí, no tenemos referencia anterior de su existencia.

Lo que sí sabemos es que este tipo de hogueras no tienen más antigüedad que unos doce años, por la demanda que siempre existió antes de la leña; lo que también podría justificar la ausencia de actividad de este patógeno, hasta los últimos tiempos.

Otra pregunta que nos hacemos es el que por qué ataca el hongo a esta planta; MUNCH en 1923 dice que los hongos del azulado atacan a la madera cuando ésta tiene un contenido de humedad de un 10 a un 15 por 100 inferior a lo normal. Esto es lógico que se produzca en las raíces afectadas por la hoguera, lo que también justificaría que sean los árboles más próximos los que primero sufren el efecto del daño. Sospechamos que, además de esto hay otras razones de equilibrio biológico en el suelo que con las altas temperaturas se ve afectado.

Esta sospecha nació al observar la presencia

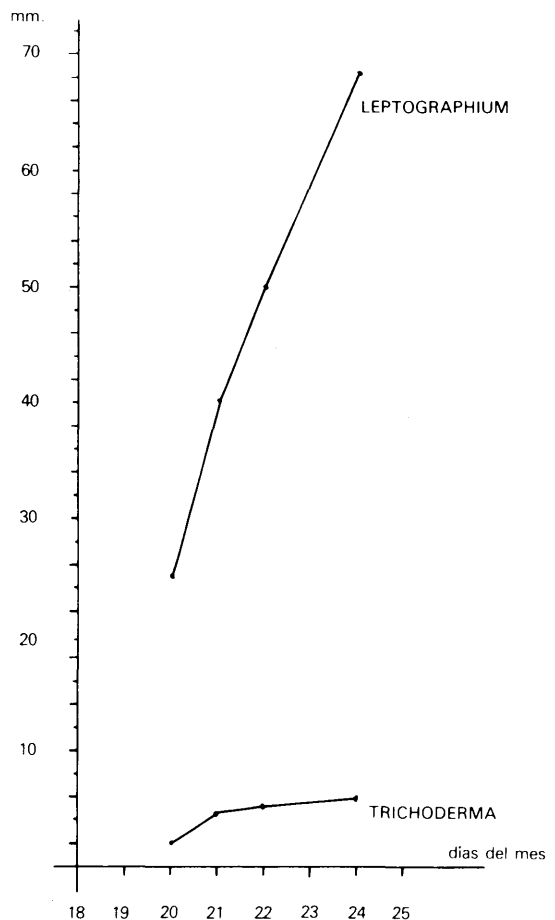


Fig. 6. — Gráficas de crecimiento de *Leptographium Gallaeiae* y *Trichoderma viride* en cultivo de agar-malta al 2,5 por 100 a 30° C. Inoculado: 18-5-81.

en las mismas zonas dañadas del *Trichoderma viride* Pers. ex S.F. GRAY y del *Leptographium gallaeciae*, pero sin mezclarse; de tal forma que en los tocones de árboles recientemente apeados en los que se observaba el primero no podíamos aislar el segundo.

Como es sabido el *Trichoderma viride* es un hongo del suelo, predador de otros hongos, entre los que destacan la *Armillaria mellea* y la *Phytophthora cinamomi* y *citrophthora* a las que controla y por esa razón se utiliza para el combate biológico de ciertas enfermedades de las plantas.

Supusimos que este hongo también podía ser un controlador del *Leptographium* en condiciones normales y que los efectos del calor de la hoguera destruyera el equilibrio existente en el suelo entre ellos dos en favor del *Leptographium*.

Para comprobar este supuesto, colocamos en cápsulas Petri dos repicados diametralmente opuestos de *Trichoderma* y *Leptographium* con el fin de ver cual de ellos dominaba el otro. El medio utilizado fue de Agar-malta al 2,5 por 100. Desde el principio pudimos observar como el *Trichoderma* crecía a mayor velocidad y paralizaba el desarrollo del *Leptographium* pasando después de varios días a colonizarlos totalmente y eliminarlos.

Ante esto teníamos que comprobar en que rango de temperaturas se desarrollaban estos hongos. Para ello cultivamos *Leptographium* y *Trichoderma* en Agar-malta al 2,5 por 100 en placas Petri de 10 cm. y las situamos en cámaras de cultivo a temperaturas de 20, 25, 30 y 35° C., siguiendo su desarrollo durante una semana. Las gráficas resultantes de su desarrollo nos muestran el mayor crecimiento del *Leptographium* en cualquier temperatura, siendo los 35° C. limitantes para ambos. Pero observamos que al retirar los cultivos de las estufas a 35° C. y ponerlo a temperatura de laboratorio (20-25° C.) el *Leptographium* da un fuerte crecimiento en relación con el *Trichoderma*, lo que podría confirmar la teoría de que pasado el efecto del calor, el primero avanza mucho más rápidamente en la zona es-

terilizada que el segundo colonizando las raíces dañadas por el fuego. De todas formas es necesario profundizar en este campo del comportamiento de ambos hongos y estudiar sus interrelaciones. Figuras 4, 5 y 6.

Hay alguna excepción en el desarrollo circular de este daño, en el que se presenta algún árbol equidistante con otros de la hoguera, que no es dañado; es posible achacarlo a que sus raíces no pasan por el foco de calor, o a una mayor resistencia individual.

Para justificar nuestras afirmaciones sobre la incidencia de las hogueras en el desarrollo de los daños en estudio, comparamos dentro de las parcelas de ensayo racial de *P. pinaster* los árboles vivos existentes entre pinos de la misma raza que estaban situados en parcelas con y sin hogueras.

El recuento de árboles vivos, se realizó dentro de un círculo de 10 metros de radio con centro en la hoguera. En otra parcela de la misma raza, pero sin hoguera se trazaba un círculo del mismo tamaño y en la misma posición que el trazado en la que tenía hoguera, obteniéndose los siguientes resultados:

Variedad de <i>P. pinaster</i>	Núm. de árboles vivos	
	Parcela con hoguera	Parcela sin hoguera
Ontoria (Burgos)	35	61
Poyatos (Cuenca)	36	70
Arbo (Pontevedra)	12	25
Siles (Jaén)	34	53
Cillaperlata (Burgos)	27	58
Albuñuelas (Granada)	45	40
Cazorla (Jaén)	35	75

Las medias obtenidas son de 32 árboles vivos en parcelas con hogueras contra 55 árboles vivos en parcelas sin hoguera.

F. de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.
Hogueras	1	1.783,15	1.783,15	8,81*
Residuos	13	2.429,71	202,48	
Total	14	4.212,86		

Esto nos dice, a un nivel de probabilidad del 95 por 100, que la variación entre las medias es significativa, lo que nos permite afirmar que el factor de variación (la hoguera) influye en la distribución de los árboles vivos.

Este mismo efecto puede ser obtenido con un fuego que afectando ligeramente a un monte por ser una quema rápida, se puede encontrar con algún montón de material combustible en donde este efecto de elevación de temperatura se produce, repitiéndose el mismo fenómeno que antes mencionábamos para las hogueras.

También es posible que se obtenga este efecto con contrafuegos realizados sobre acumulación de material.

Esta relación entre el calor y el desarrollo de alguna micosis existe con la *Rhizina inflata*

de la que hay noticias de pequeños daños en Europa.

WIMAFIELD (1980) dice que la *Verticicladiella alacris* se ve favorecida en su ataque al *P. pinaster* y *P. radiata* por el clima Mediterráneo, de veranos secos y cálidos e inviernos húmedos y fríos, de la zona del cabo (Africa del Sur). Por el contrario WAGENEGER (1961) al estudiar el ataque de la *Verticicladiella wegenerii* sobre el *P. ponderosa* y otros, observa que el ataque se paraliza con las altas temperaturas.

Comprobación de patogenicidad

Técnicas empleadas

Para que el hongo aislado por nosotros pueda ser calificado de patógeno y causante de es-

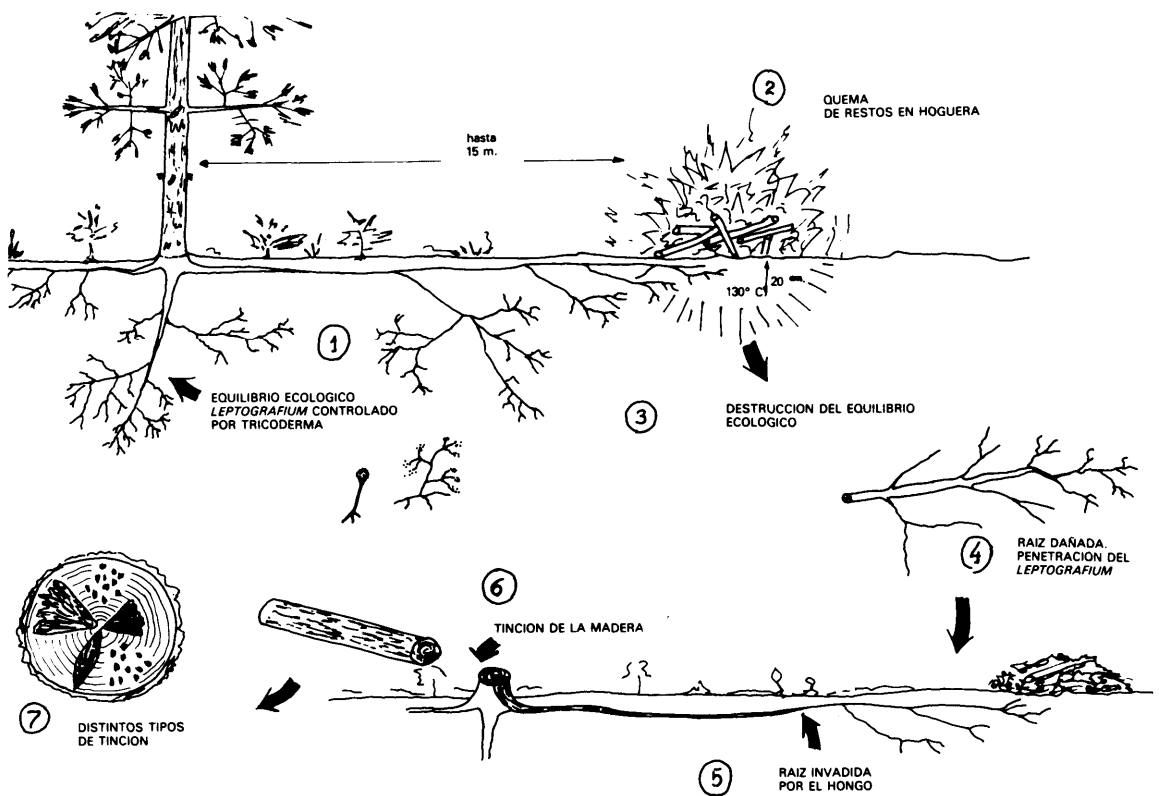


Fig. 7. - Esquema evolutivo del ataque del *Leptographium gallaeciae* por daños de hoguera.

ta enfermedad, tendríamos que demostrar que cumple los postulados de KOCH; pero no siempre es factible esta demostración, ya que en algunos casos el obtener las condiciones ecológicas en que se produce el ataque en un cultivo en invernadero o en vivero con suelos esterilizados, es realmente complejo, ya que son muchos los factores (humedad, temperatura, aireación, etc.), que intervienen en el proceso y que no podemos controlar fácilmente.

Ante este problema ensayamos varias formas de inoculación para lo que se emplearon diversas técnicas que pasamos a describir.

Estos ensayos se realizaron utilizando dos tipos de preparación de inóculo.

a) En placas Petri de 18 cm. de diámetro se cultivó el hongo hasta que este colonizó todo el medio de Agar-malta al 2,5 por 100. Este medio colonizado se diluyó en 100 cm.³ de agua esterilizada y con el que se inyectó en la planta mediante una aguja hipodérmica gruesa que penetraba entre el tejido del floema levantándolo y depositaba de 3 a 5 cm.³ de la dilución.

b) Otro inóculo se preparó utilizando un vaso de precipitado de 500 cm.³ de forma baja y colocando en el fondo del mismo 100 cm.³ de medio de Agar-malta al 2,5 por 100. Sobre este medio se colocaron probetas de madera de 2×2×6 cm. y se tapaba con papel de aluminio, llevándolo en estas condiciones a esterilizar.

Una vez esterilizado este medio, procedíamos a la inoculación del hongo y cuando este colonizaba la madera, al menos superficialmente, ya teníamos preparado el inóculo. El tiempo de colonización del medio es del orden de los quince días a una temperatura de 25° C.

Una vez preparado los dos tipos de inóculo a utilizar, se procedió a infectar la planta de *P. pinaster* en varias formas. En este ensayo variamos la edad de la planta, su forma de cultivo y el sistema de inoculación.

1.º ensayo

Planta de dos años en maceta situada en invernadero de cristal con control de humedad.

En esta planta se inyectó el inóculo median-

te una aguja hipodérmica, tapando después la herida con un algodón al que se le mantuvo húmedo durante varios días.

Este ensayo se realizó sobre 25 plantas.

2.º ensayo

En planta del mismo tipo que en el anterior ensayo, se realizó una herida lateral en el tronco de la planta y pegada a la misma se situó una probeta inoculada. La probeta se mantuvo pegada al tallo de la planta por un papel-cebo que abrasaba a los dos y después tapadas con tierra, ya que la incisión se realizó por debajo del nivel del suelo.

Aquí se inocularon 25 plantas.

3.º ensayo

Con el fin de simular un proceso de calentamiento similar al de las hogueras en el monte realizamos otro ensayo con planta de las mismas características que las anteriores. Aplicamos una fuente de calor producida por un mechero de butano a una distancia de 10 cm. del exterior de la maceta. Previamente colocamos dos termómetros diametralmente opuestos y en la misma línea de proyección de la llama, con el fin de conocer la evolución de las temperaturas obtenidas. Este ensayo se repitió en treinta macetas en las que teníamos una planta. Como muestra de la evolución de las temperaturas obtenidas reflejamos el comportamiento de una maceta cualquiera, en la que el fuego se corta a los cinco minutos de iniciarse.

La distancia entre los termómetros T₁ y T₂ es de 15 cm. y están clavados en el suelo 17 ó 18 cm.

Temperaturas		Tiempo	
T ₁	T ₂		
92° C.	18° C.	1'	corte del fuego
170° C.	18° C.	5'	
131° C.	18° C.	7'	
95° C.	18° C.	10'	
66° C.	17° C.	15'	
52° C.	17° C.	20'	
45° C.	17° C.	25'	
41° C.	17° C.	30'	

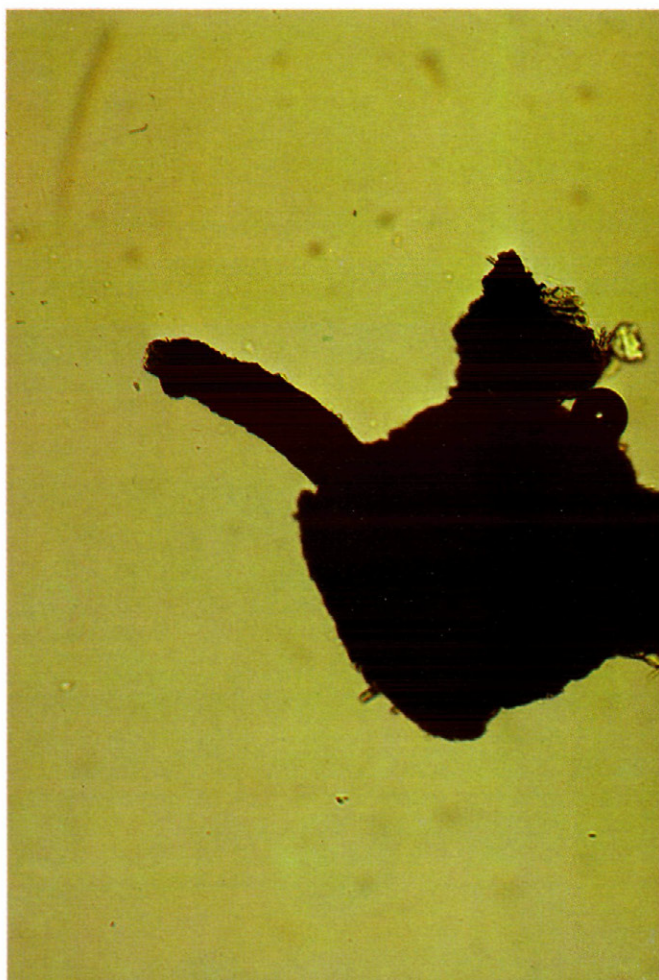


Fotos 1 y 2. Arboles dañados en distintos estados de evolución.



Fotos 3 y 4. -Tinción de la madera en planta de *P. p naster* de 5 y 25 años.

Foto 5. - Periteca del hongo x125



Finalizada la operación de calentamiento, se procede a colocar una probeta inoculada en la misma zona donde estaba situado el termómetro T₁ y la planta así tratada se mantenía en invernadero durante seis meses, período que nosotros consideramos necesario para el desarrollo de la micosis.

De la planta tratada con fuego se inocularon la mitad y las otras quedaron como testigo.

4.º ensayo

Inoculación de planta adulta mediante un sistema de «injerto» de una probeta inoculada.

Este sistema fue ensayado previamente en una troza en laboratorio para observar el paso del hongo de una madera infectada a otra sana; para ello tomamos una troza de madera y en su centro se realizó una perforación en la que se introdujo una probeta cilíndrica de madera inoculada. Colocada en un ambiente húmedo el hongo pasó a la madera sana con gran facilidad al cabo de un mes de cultivo.

Observado esto, se procedió a realizar una operación similar en árboles adultos (cuyas edades varían entre los seis y los veinte años) que consiste en hacer una perforación al nivel del cuello de la planta con un taladro de 2 cm. de diámetro y una profundidad de 6-8 cm. en la que se introduce una probeta de madera inoculada.

Al cabo de seis meses se cortaron algunos de los pinos con el fin de observar la evolución de la infección.

5.º ensayo

En este ensayo no se realizó ningún tipo de inoculación artificial, pero si se realizó una hoguera que dejó una huella de 1,5 m. de diámetro. Esta hoguera fue hecha en el mes de febrero de 1980. La planta más próxima está a 2,5 m. de distancia del centro de la hoguera y tenía cinco años de vida.

Estos sistemas de inoculación vienen reflejados en la figura 8.

A los seis meses de realizar los ensayos, de inoculación y quema se obtuvieron los siguientes resultados:

1.º ensayo

En este primer ensayo la planta no presenta sintomatología similar a la provocada por la enfermedad en estudio ni se pudo aislar el hongo de la misma.

2.º ensayo

Con el sistema utilizado en el segundo ensayo aislamos el hongo de la madera del tallo en la zona próxima al lugar de inoculación.

El aspecto externo de la planta es normal.

3.º ensayo

En este ensayo la planta al cabo de seis meses no presenta crecimiento y sus acículas se secan en los bordes, perdiendo aún las verdes intensidad de color y turgencia. Descalzada la planta observamos que las raíces situadas en la zona de calentamiento han muerto y presentan un color negruzco, mientras que las situadas en el lado opuesto están creciendo y muy micorrizadas.

Realizamos cultivos de tres partes de la planta (raíz dañada, raíz sana y tallo).

En la raíz ya negruzca por efecto del calentamiento obtenemos el hongo en el 50 por 100 de los aislamientos practicados, aunque había una gran contaminación de otros saprófitos que le acompañaban.

En raíz viva hemos obtenido también el hongo en el 50 por 100 de los cultivos realizados.

Sobre madera tomada de la zona del cuello de la planta aislamos el hongo en un 75 por 100 de los cultivos realizados.

De estos datos deducimos que el hongo *Leptographium gallaeciae* F. MAGAN se comporta como un patógeno del *Pinus pinaster* cuando éste es sometido al mismo tiempo a una fuente de calor como es una hoguera.

Del 4.º ensayo aún no obtuvimos resultados claros, ya que solamente se cortó una planta y no se aisló el patógeno.

En el 5.º ensayo, pudimos observar como a los ocho meses de realizar la hoguera la planta más próxima situada a 2,5 m. ya presentaba

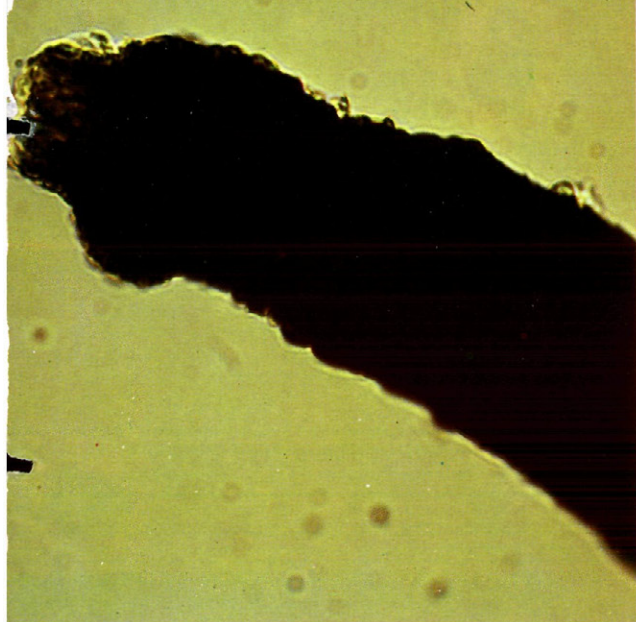


Foto 6.—Rostro de la periteca x500.



Foto 8.—La misma soltando los conidios x500.



Fig. 7.—Fructificación del *Leptographium* x125.

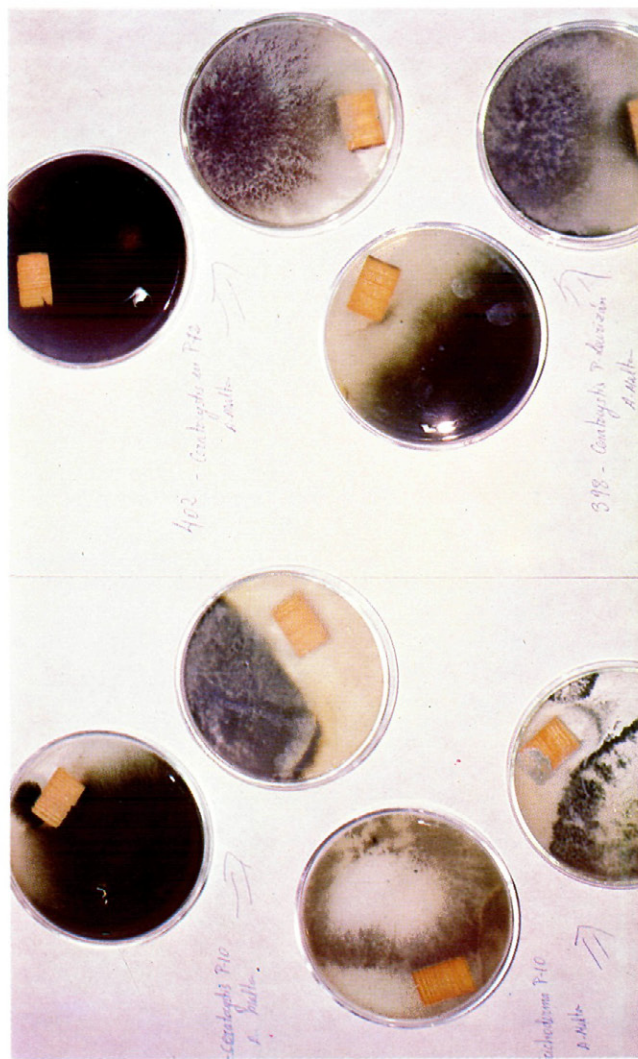


Foto 9.—Cultivo del *Leptographium* en placas.

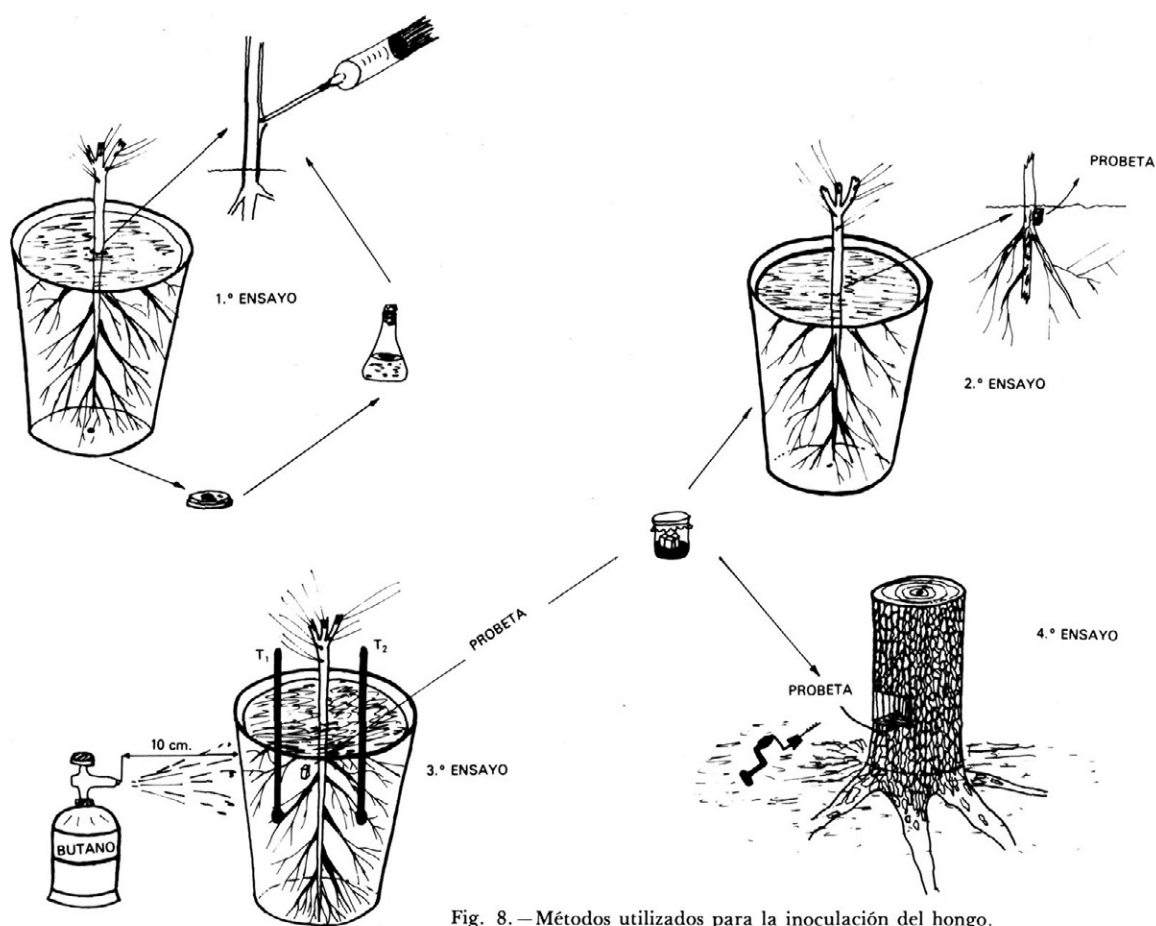


Fig. 8.—Métodos utilizados para la inoculación del hongo.



Fig. 9.—Distribución de la enfermedad en el municipio de Cuntis (Pontevedra).

■ Bosque
 * Zona de daños de *Leptographium*

los síntomas externos del daño. Cortamos el árbol y no se observaba tinción alguna. De la planta cortada tomamos una troza de 15 cm. de longitud y un diámetro de 17 cm.; esta troza a su vez la cortamos en dos partes iguales e intentamos aislar el hongo de ellas porque notamos una ligera decoloración de la madera que apunta hacia la hoguera. Al cabo de quince días de la troza inferior obtenemos una clara colonia del hongo mientras que de la troza superior no sale nada.

Pasado un mes de cortada la planta, volvemos al monte y observamos que el tocón está teñido de negro, mientras que el resto del árbol que está allí tirado no presenta esa tinción. En ese momento ya hay otro árbol afectado situado a 4 m. del centro de la hoguera.

Creemos que es una clara demostración del movimiento del patógeno desde el suelo hasta el tronco a través de las raíces. Como en este proceso no hay presencia de otro hongo ni de insectos, lo consideramos como un firme apoyo

Foto 10. —Micelio del hongo en la madera con tinción diferencial x500.

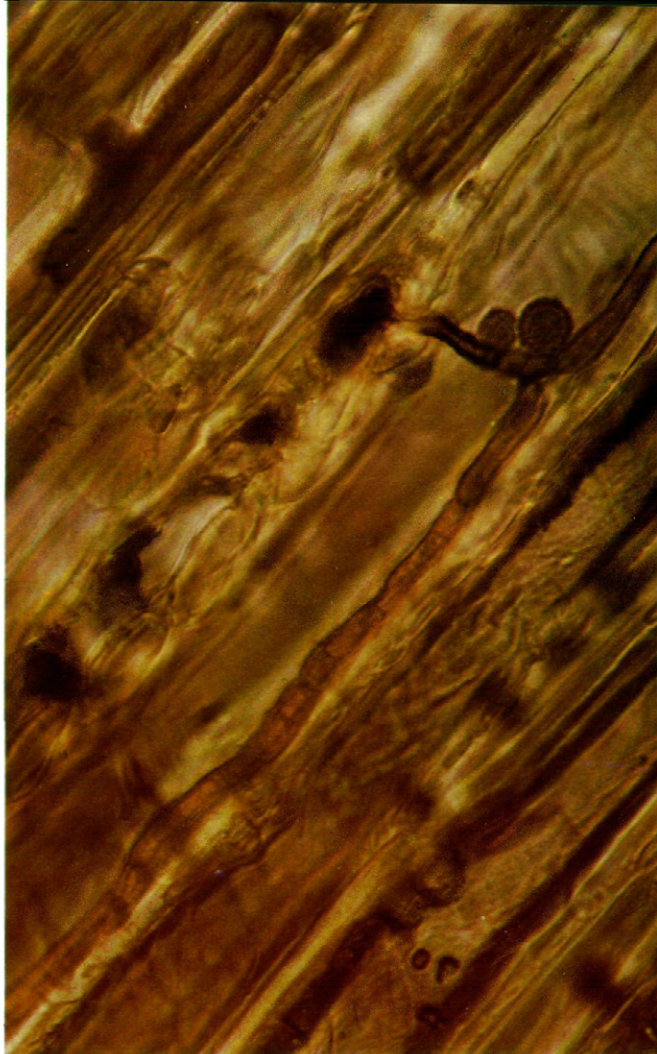


Foto 11. —Hogueras en el monte.



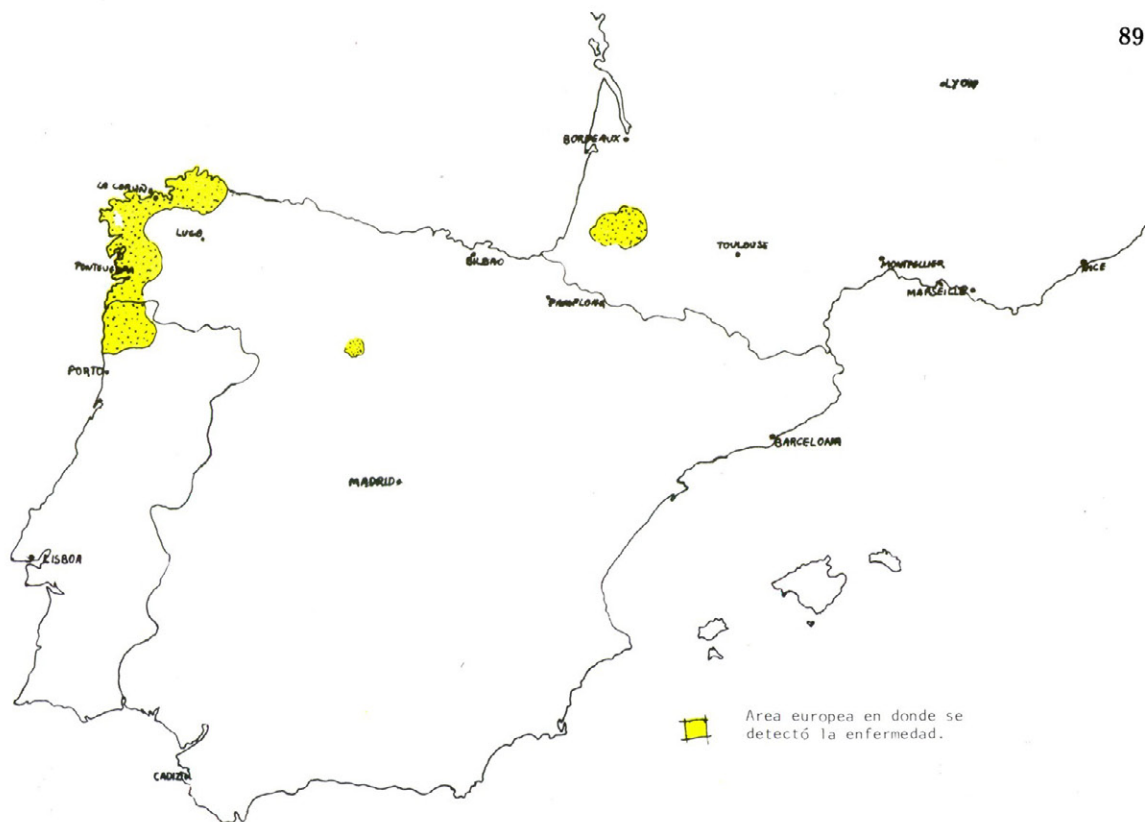


Fig. 11. — Area europea en donde se detectó la enfermedad.



Fig. 12. — Efectos de las hogueras sobre la distribución de la planta viva en 1981, en parcelas de razas de *P. pinaster* en Cuntis (Pontevedra).

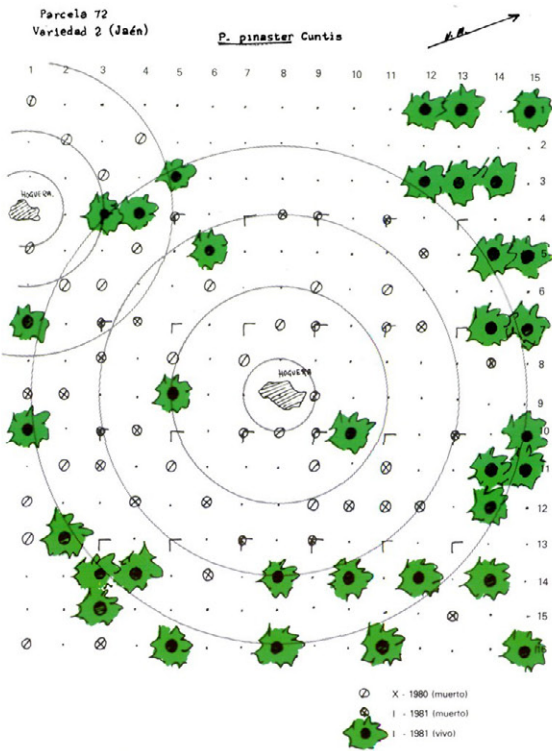


Fig. 13.—Distribución de los pinos vivos y afectados en torno a una hoguera en un período de tres meses.

cos de este tipo que en la actualidad no se ven. Creo que en este caso es por un gran aprovechamiento que en este momento se está realizando de la leña para su consumo en este país.

Solamente en las proximidades de Viana do Castelo se observaron dos focos activos.

Este cuarto nivel de observación de la enfermedad, viene reflejado en la figura 11.

Con el fin de conocer la distribución en cada foco de la enfermedad de los árboles dañados, hemos realizado un plano de treinta de estos focos en los que conocíamos la evolución del daño en varios años. De esta forma llegamos a la conclusión de que había una distribución circular, partiendo del centro de la hoguera, que está reflejada en el mismo plano en relación con la zona calcinada por ella. En estos planos figuran las observaciones obtenidas sobre las hogueras (figura 13).

En la lucha territorial que mantiene en estas zonas costeras el pino y el eucalipto, este daño viene en apoyo del segundo que nace y crece rápidamente con la ayuda del fuego y de los restos de la hoguera, de tal forma, que hemos podido comprobar la existencia de ár-

Foto 12.—Sistema radical del *P. pinaster* mostrando el entramado de raíces.



boles de dos metros de altura con un año de vida.

Daños

Hacer una valoración de los daños de esta enfermedad resulta realmente difícil por varias razones:

La primera es por la gran difusión de los focos del mismo, que no siempre son imputables fácilmente a esta causa, al menos, a simple vista, ya que los daños por *Armillaria mellea* (Vahl Fr.) Kumm. Son muy similares por formar manchas redondas los bordes afectados.

La segunda es la irregularidad del efecto causado, en cuanto a las dimensiones abarcadas.

Tercero, la distribución por edades y clases diamétricas tan irregulares de la población arbórea afectada.

Y cuarto, la madera afectada sigue teniendo algún uso para papel o madera de encofrados por lo que su devaluación no es total.

De todas formas, en las parcelas controladas por nosotros, durante cinco años, fue destruida en un 75 por 100 de la zona sometida al efecto de las hogueras, tal como podemos ver en la figura 12, en el que se observan los puntos de realización de hoguera y la zona devastada. Si las hogueras se realizaran en el resto de la parcela, hoy no quedaría nada de ellas.

El hecho de que la enfermedad no se presente en grandes masas hace que pierda espectacularidad, pero en opinión de forestales consagrados puede ser un golpe muy duro para la existencia del *P. pinaster* como masa forestal en Galicia, fundamentalmente en los montes particulares, ya que la técnica de las hogueras para limpiar el monte es cada día utilizada con más frecuencia.

Sistemas de combate

Para evitar el ataque de este hongo, la primera preocupación es evitar las hogueras en las proximidades de los árboles vivos.

Si por cualquier causa la hoguera ya fue realizada y los daños empiezan a ser visibles, lo más aconsejable es apelear los árboles que estén en un radio de 10 m. como mínimo, con el fin de evitar una pérdida del valor de la madera que de todas formas tendrá que ser cortada.

Con el fin de parar el avance de un foco de esta enfermedad ensayamos en cuatro sitios, el rodear la zona dañada mediante una fosa de 80 cm. de profundidad por una anchura de 40 cm. y separado de los árboles afectados unos 5 m. Al cabo de un año, la enfermedad ya era visible al otro lado de la zanja.

Dentro de los sistemas de combate, hemos visto la posibilidad de realizar una lucha biológica utilizando el *Trichoderma viride*. Este hongo fue obtenido por medio de cultivo cuando se intentaba el aislamiento del *Ceratocystis* de planta atacada.

AGRADECIMIENTOS

A Santiago Casas, Victoria Gómez y Antonio Rodríguez por su colaboración en los trabajos de campo y laboratorio.

A Beatriz Otero por el trabajo de mecanografía.

A Fernando Molina y Gabriel Toval por sus aportaciones y sugerencias.

Un especial agradecimiento al doctor Jan A. S. Gibson por sus sugerencias sobre el tema.

ABSTRACT

FERNÁNDEZ DE MAGÁN, F. J., 1982. Las hogueras en el monte y el ataque del hongo *Leptographium gallaeciae* sp. nv. sobre *P. pinaster* Ait. *Bol. Serv. Plagas*, 8: 69-92.

A new disease in Europe is treated in this publication. This disease affects the *P. pinaster* Ait in Spain, France and Portugal.

The causing agent is a fungus of the *Ceratocystis* genus whose imperfect stage is called *Leptographium galliciae* F. Magán (a new species).

The parasite develops after damage has been caused by bonfires started in order to clean it of combustible material.

The biology of the fungus and its distribution are studied; attention is also given, by the author, to the combat of this damage.

This wilt is identified for the first time, not considering it caused by insects related to the fungus.

REFERENCIAS

- ALEXOPOULUS, C. L., 1962: Introductory mycology. *John Wiley + Sons, N. Y.*
- F. DE ANA MAGÁN, F. J. F., 1979: Enfermedades de las especies forestales. *Agricultura*, 571.
- F. DE ANA MAGÁN, F. J. F., 1981: Enfermedad de *Pinus pinaster* en Galicia. *Leptographium gallaeciae* F. Magán sp. nv. (en prensa).
- GOHEEN, D. J., 1976: *Verticicladiella wageneri* on *Pinus ponderosa*. Pendiente de publicación.
- GOHEEN + COBB, 1978: Occurrence of *Verticicladiella wageneri* and its perfect state, *Ceratocystis wageneri* sp. nv. in Insects Galleries. *Phytopathology*, 68 (8).
- HUNT, J., 1956: Taxonomy of genus *Ceratocystis*. *Lloydia*, 19 (1).
- KENDRICK, 1965: A new *Ceratocystis* and its *Verticicladiella* imperfect state associated with the bark beetle *Drycoetes confusus* on *Abies lasiocarpa*. *Can. Jour. Bot.*, 43.
- MARTÍNEZ, J. B., 1943: La investigación de la alteraciones micológicas de la madera. *Consej. Sup. de Inv. Cient.* Madrid.
- MOLINA, R. F., 1965: Comportamiento racial del *Pinus pinaster* en el Noroeste de España. *Annales IFIE*, XXXVII (10).
- PATTON, R. F. + MYREN, D. T., 1970: Root rot induced by *Polyporus tomentosus* in Pine and Spruce plantations. *University of California Press*.
- RUIZ, Z. P., 1980: Notas para una historia del pino en Galicia. *Ministerio de Agricultura*. Madrid.
- VEGA, J. A., 1981: El comportamiento del fuego y los daños a la raíz y a las copas. Pendiente de publicación.
- WAGENER + MIELKE, 1961: A steining-fungus root disease of *Ponderosa*, Jeffrey and Pynion pines. *Plant Dis. Repr.*, 45.
- WINGFIELD, M. G., 1980: Root Disease, Associated with *Verticicladiella alacris*, of Pines in South Africa. *Plant Dis. Repr.*, 64: 569-571.