

1306066A

F-15A

-2

MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRARIAS



ESTUDIO DE LOS DAÑOS PRODUCIDOS POR EL *DOTHISTROMA PINI*
HULBARY EN MASAS DE *PINUS RADIATA* D. DON EN GALICIA

F.J. FERNANDEZ de ANA

G. TOVAL

Departamento de Producción Forestal CRIDA 01 (Galicia) INIA

Apdo. 127 - (Pontevedra)

Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias
General Sanjurjo, 56 - Telf. 441 31 93
Madrid - 3 (España)

MADRID - 1979

ISSN: 0302 - 8755

ISBN: 84 - 7498 - 014 - 3

Depósito Legal M - 26664 - 1979

INIA. General Sanjurjo, 56. Madrid - 3

INDICE

INTRODUCCION	5
PARASITO	5
TRATAMIENTOS	6
ENSAYOS EN VIVERO	7
INVERNADERO	10
REPOBLACIONES	11
EVALUACION DE LOS DAÑOS PRODUCIDOS POR LA ENFERMEDAD EN LAS REPOBLACIONES	12
ZONA DE ESTUDIO	12
METODOLOGIA	14
RESUMEN DE DATOS DE LAS PARCELAS	16
PERDIDA DE CRECIMIENTO EN LAS MASAS ENFERMAS	19
ANALISIS DE VARIANZA DE INCREMENTOS DE VOLUMENES SEGUN NIVEL DE DAÑOS	20
COMPARACION DE MEDIAS	21
RESUMEN DE LA EVALUACION DE LOS DAÑOS	22
PLAN A SEGUIR	23
RESUMEN	26
AGRADECIMIENTOS	27
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	27
FIGURAS	29

ESTUDIO DE LOS DAÑOS PRODUCIDOS POR EL *DOTHISTROMA PINI* HULBARY EN MASAS DE *PINUS RADIATA* D. DON EN GALICIA

INTRODUCCION

Una de las más importantes tareas a realizar por los servicios forestales de todo el mundo, es la protección de las masas arbóreas contra los daños causados por agentes bióticos y abióticos.

Dentro de los agentes bióticos, los hongos realizan una labor difícilmente detectable en sus principios pero que puede llegar a causar graves pérdidas en las masas, si no se controla oportunamente.

Uno de los más importantes problemas que se plantean en la actualidad en los bosques de coníferas de las zonas templadas de los dos hemisferios, es el provocado por la presencia de una micosis denominada *Enfermedad de la Banda Roja*.

Esta enfermedad presenta una especial incidencia en las masas de *Pinus radiata* que, de forma artificial se han extendido por diversos países cubriendo mas de 978.000 ha en solo los seis más importantes países plantadores de este pino. (GRUT, 1970).

Los daños que viene produciendo esta enfermedad en el *Pinus radiata*, son difícilmente ponderables dado que la defoliación que sufren los árboles durante el invierno, es enmascarada en la primavera por el brote de la nueva acícula, fundamentalmente en las plantas con daños poco importantes.

Para cubrir este bache de conocimientos, mediante la valoración cuantitativa de estos daños y la búsqueda de medios de combate, se implantaron en diversos lugares de Galicia una serie de experiencias con el fin de conocer la gravedad de esta enfermedad. Las parcelas de experiencias, se establecieron en el vivero de Río do Sol en Coristanco (La Coruña) y en masas próximas al mismo; así como en Pontes de García Rodríguez (La Coruña), Caba da Serpe (Lugo) y Morrazo (Pontevedra). En los invernaderos del Departamento de Producción Forestal de Lourizán, se realizaron otros tipos de ensayos destinados a conocer la persistencia de los tratamientos.

PARASITO

El agente causante de esta enfermedad es el hongo *Dothistroma pini Hulbary*, que fué ampliamente estudiado por F. MAGAN (1975). Este hongo produce en la planta una sintomatología que no siempre es fácilmente reconocible por no presentar la característica banda roja de esta enfermedad. La desecación de las acículas desde la punta hacia la base, la clorosis de las mismas y posterior defoliación de la planta, se combinan con la presencia de otros hongos saprófitos o patógenos de segundo orden que acompañan al *Dothistroma* y dificultan su determinación.

Estos daños se hacen muy visibles en los meses de febrero a mayo, antes de que el desarrollo de nuevas acículas enmascaren los daños causados por la enfermedad.

En las zonas rojizas en forma de bandas, hacen su aparición unos pequeños abultamientos negruzcos que son las fructificaciones del hongo.

Estas fructificaciones (estromas) se pueden observar en los meses de mayo a junio o de septiembre a octubre, según se desarrolle climáticamente el año. En estas zonas de fructificación del hongo, se debilita la acícula y se rompe en muchos casos de forma similar al corte producido por el diente de un animal.

Una vez maduras las fructificaciones del hongo, cuando la humedad ambiente es muy alta, se produce la ruptura de la epidermis del estroma y salen las esporas al exterior. Estas esporas, mediante las gotas de lluvia, los insectos, los pájaros, etc. son transportadas a otras acículas sobre las que germinan si las condiciones de humedad y temperatura son idóneas.

El micelio, atraído por sustancias químicas existentes en los estomas, penetra en los mismos y destruye la acícula a través de un período de varios meses, al cabo del cual la acícula presenta los síntomas característicos de la enfermedad. El período de incubación varía de cuatro a seis semanas según el momento del año.

La biología del hongo viene determinada por las condiciones climáticas del medio; ya que una vez maduro el estroma, la apertura de las fructificaciones viene dada por una humedad muy alta y una temperatura de 18 a 25°C.

Las condiciones de desarrollo de las fructificaciones del hongo y la germinación de las esporas fueron estudiadas por GADGIL (1974, 1976, 1977), quien llegó a la conclusión de que las mismas eran inhibidas por la ausencia de humedad en la superficie de las hojas. Esto hace que en años húmedos, la expansión e intensidad de los daños sea muy fuerte. Los períodos largos de sequía, evitan la penetración del hongo.

TRATAMIENTOS

Las razones anteriormente expuestas, unidas al hecho de que los productos a utilizar actúan sobre las esporas que saltan al exterior, nos llevan a considerar como época de tratamiento más oportuna la del mes de junio aunque no desechamos el tratamiento de Otoño si el año es de temperaturas suaves y alta humedad. La periodicidad de este tratamiento, varía con la mayor o menor resistencia que el árbol oponga a la entrada de la enfermedad y lo avanzado que esté el daño cuando estos tratamientos se inicien.

Siguiendo las experiencias realizadas en otros países en tratamientos de esta enfermedad (JAMCARIK, 1969, GIBSON, 1973), hemos utilizado:

- Cobre, en forma de oxiclورو, óxido cuproso y Caldo Bordelés.

- Captafol, fungicida orgánico.
- Benomilo, fungicida sistémico.

Estos productos se utilizaron tanto en ensayos de viveros, como en planta adulta.

ENSAYOS EN VIVERO

El desarrollo enorme que tiene esta enfermedad en España, es muy posible que se deba a la propagación de la planta infectada desde los viveros al monte. La uniformidad en la coloración adquirida por la planta, llama poderosamente la atención, haciendo que la enfermedad sea fácilmente observable.

El número de plantas muertas en la eras y las marras sufridas por aquellas que llegan al monte procedentes de viveros infectados, producen un auténtico fracaso en las repoblaciones.

Las experiencias se realizaron en la zona de Coristanco, en el vivero Rio do Sol y en un cortafuegos próximo dedicado a vivero. En la zona del vivero, en eras con planta de un año, con evidentes signos de un ataque incipiente, se instalaron unas parcelas muy homogéneas de 5 x 1 m en las que se aplicaron los siguientes tratamientos:

- **Cobre:** En forma de óxido cuproso del 50% en dosis de 5 gr/l. de caldo.
- **Benomilo:** En forma de benlate del 50%, en dosis de 3 gr/l.
- **Sombra:** Mediante una estructura de palos, recubierto con "xestas" (*Sarothamnus scoparius*).
- **Testigo**

La época de aplicación fue el mes de marzo y en el mes de junio mediante conteos realizados en muestras de 1m² de era, llegamos a los siguientes resultados:

- **Con cobre:** 50% de planta sana
- **Con benomilo:** 69% de planta sana
- **Con sombra:** 39% de planta sana
- **Testigo:** 37% de planta sana

La cantidad de planta muestreada en cada parcela fué del orden de las 150 que había por metro cuadrado.

La sombra fué probada como sistema de combate preventivo, ya que las observaciones de CHRISTENSEN y GIBSON (1967) en Kenia, les llevan a decir que los árboles situados en la sombra son menos dañados. Los resultados obtenidos por nosotros no son coincidentes con ello.

En otra parte del mismo vivero, se trató toda la planta repicada de una savia, con Caldo Bordelés en la proporción 2-2-100. La aplicación se inició en el mes de mayo de 1975 y los tratamientos se repitieron quincenalmente tres veces. En el mes de octubre se repobló con esa planta y los resultados obtenidos hasta el momento difieren positivamente de los obtenidos con planta sin tratar, los años anteriores.

En la misma zona del vivero, se instaló una plantación de *Pinus radiata* de dos savias a raíz desnuda, con un espaciamiento de 2 x 2 m en los que se aplicó un abonado con distintas dosis de $SO_4 K_2$ y un abono compuesto del tipo 15 - 15 - 15. En este ensayo aún no obtuvimos datos suficientes para su análisis estadístico, por lo que continuamos su estudio. No se observaron hasta el momento diferencias aparentes mas que con las dosis más altas de $SO_4 K_2$, que parece aumentar la resistencia.

En el cortafuegos dedicado a vivero se sembró *Pinus radiata* en eras de 1 x 50 m en Marzo de 1974.

El suelo es de buena calidad y el cortafuegos atraviesa una masa adulta de *P. radiata*, muy atacada por esta enfermedad, por lo que la presión del inóculo es muy alta.

En estas condiciones, se instaló la experiencia de tratamientos, en colaboración con la casa Zeltia, situándolos aleatoriamente según se especifica en el plano 1.

Los tratamientos se aplicaron con máquina manual de mochila con cuidado para evitar el paso del producto de unas eras a otras.

El seguimiento de la evolución de estos tratamientos, se realiza muestreando zonas de 1 m² en cada era. Como los datos no son fácilmente cuantificables, tendremos que utilizar una terminología que no define exactamente el estado sanitario de la masa.

Este seguimiento los resumimos así:

Año 1974

La primera aplicación de productos se realiza el día 5 de noviembre. En ese momento las plantas presentaban ligeros síntomas de ataque.

Año 1975

En el mes de febrero, los testigos ya presentan fuertes síntomas del daño. El tratamiento con cobre produjo fitotoxicidad en las plantitas (quemado de las hojas) a causa de las bajas temperaturas que siguieron a los tratamientos dados en noviembre. El nuevo brote venía limpio. Las tratadas con captafol, eran las que presentaban mejor aspecto.

En el mes de mayo, los testigos estaban muy dañados. El captafol es el que mantiene más limpia la planta en ese momento. En este mes se repiten los tratamientos.

PLANO DE LAS EXPERIENCIAS PARA EL CONTROL DE
 DOTHISTROMA PINI, EN ERAS DE SIEMBRA EN COR-
 TAFUEGOS DEL VIVERO "RIO DO SOL" (LA CORUNA)



(PLANTAS DE UNA SAVIA)

(ZONA DE PINOS ADULTOS)

50 m.

TESTIGO
PERENOX 500 GRS + SANSPOR 500 C.C./HIL
OXICOBRE 500 GRS + SANSPOR 500 C.C./HIL
TESTIGO
TESTIGO
PERENOX (OXIDO CUPROSO 50% Cu) 1 KG/HIL
PERENOX (OXIDO CUPROSO 50% Cu) 500 GR/HIL
SANSPOR (39% DE CAPTAFOL) 1 KGR/HIL
SANSPOR (39% DE CAPTAFOL) 500 C.C./HIL
OXICOBRE (50% DE COBRE) 1 KG/HIL
OXICOBRE (50% DE COBRE) 500 GRS/HIL

50 m.

(ZONA DE PINOS ADULTOS)

P I S T A

Fecha de primera aplicación: 5-11-74

Se adicionó el mojante AGRAL a razón
 de 100 c.c./Hl.

Año 1976

Al principio de verano, los testigos están muy atacados, presentando gran abundancia de fructificaciones en las acúculas del año anterior. El daño es grande.

En estas fechas, en las eras tratadas con oxiclورو se ve una planta limpia pero con menor desarrollo. En este tratamiento, las dosis de 500 gr/hl y 1.000 gr/hl de producto al 50% no presentan diferencias, por lo que la dosis mas baja parece mas interesante.

El óxido cuproso da resultados similares a los del oxiclورو, tanto en protección de la planta, como en reducción de los crecimientos.

De estos tratamientos, se deduce que los mejores fungicidas, entre los ensayados para el control del *Dothistroma*, son los compuestos de cobre.

INVERNADERO

Los ensayos de invernadero, están dirigidos a conocer mas de cerca los efectos del tratamiento sobre la evolución de la enfermedad.

El tratamiento se realizó con:

- Oxido cuproso al 50% Cu
- Sanspor al 39% captafol
- Oxicobre al 50% Cu

la dosis de producto activo es de 4 gr de Cu/litro y de 6,4 cc/litro de captafol.

Los tratamientos se dividieron en dos bloques, uno de aplicación quincenal y el otro mensual, iniciándose en marzo de 1975.

La planta utilizada era de una savia a raíz desnuda y se instaló en maceta. La tierra de monte se abonó con una pastilla de 35 gr del tipo Louricros, que equivale a un abonado de composición. 5 - 10 - 15.

La humedad del invernadero se mantuvo entre un 75-90%

Los tratamientos se aplicaron individualmente a cada planta, y se distribuyeron sistemáticamente diez repeticiones de cada uno, para evitar interferencias en la distribución del riego y en la insolación.

Los tratamientos quincenales fueron siete, mientras que los mensuales fueron cuatro.

La planta fue examinada en junio de 1976 y 1977, clasificando los daños de 0 a 4. El nivel 0 corresponde a la planta sana; el nivel 1 a la planta con un igual o menor de un 25%

de defoliación; el 2 con un 26 a 50%; el 3 un 51 a 75% y el 4 desde un 76 hasta destruída.

De los datos obtenidos, podemos deducir que:

- a) Los tratamientos dados quincenalmente desde el 18 de abril hasta 17 de julio son más efectivos que los aplicados mensualmente en el mismo período.
- b) De los productos empleados, el más efectivo fué el oxiclóruo de cobre de riqueza del 50% en la dosis de 8 gr/l de caldo.
- c) La media de las alturas de las plantas nos indica un acortamiento en las tratadas con oxiclóruo.

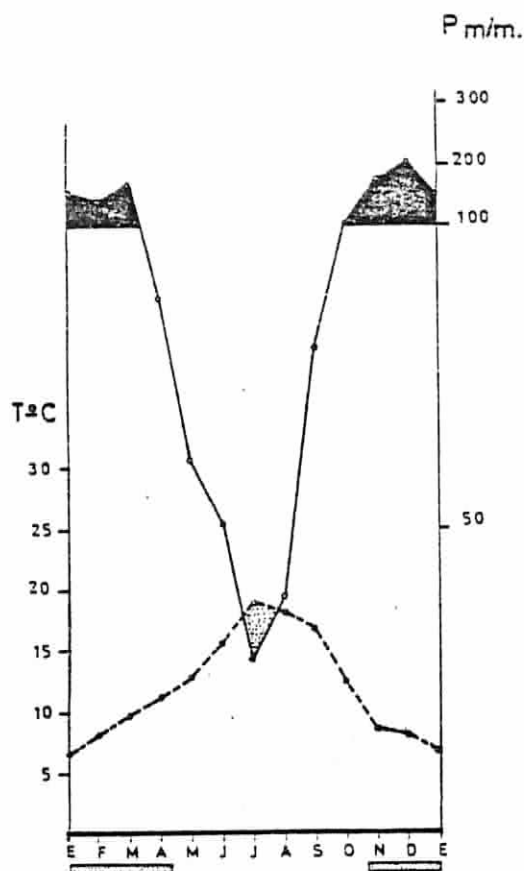
REPOBLACIONES

En los ensayos en masas jóvenes y adultas, se utilizaron tres tipos de combate:

- Químico
- Selvícola (podas y aclareos)
- Nutricional (abonado con pastillas)

En el Monte Deveso (La Coruña), en el que instalamos una experiencia factorial —con poda, aclareo, abonado y sales de cobre y tres repeticiones—, fue destruída por un incendio en el segundo año de existencia. De los datos obtenidos se pudo observar una tendencia al mantenimiento del crecimiento normal en los tratamientos con cobre. Es lógico que en ese corto plazo de tiempo, ni el abonado, ni los tratamientos selvícolas repercutan en el crecimiento de la masa en valores significativos estadísticamente.

Este conjunto de ensayos realizados en viveros e invernadero, nos demuestran la utilidad tanto del Benomilo como del Cobre, para el combate de la enfermedad de la banda roja. La elección de uno u otro producto, dependerá fundamentalmente de la facilidad de aplicación, del coste del tratamiento, del momento en que se realice y de la finalidad preventiva de la aplicación (Cobre o Benomilo) o curativa (Benomilo).



EVALUACION DE LOS DAÑOS PRODUCIDOS POR LA ENFERMEDAD EN LAS REPOBLACIONES

Con el fin de poder evaluar la incidencia de la enfermedad en la producción de madera, se instalaron en mayo de 1975 cuatro parcelas en las que, por inventarios anuales, hemos seguido la evolución de los crecimientos y de alturas totales de los piés de *Pinus radiata* que conforman las masas afectadas.

ZONA DE ESTUDIO

Elegimos la zona comprendida entre los ayuntamientos de Coristanco, Carballo y Tordoya en la provincia de La Coruña, cuyos montes fueron los primeros en presentar síntomas de la enfermedad y donde existen unas 6.000 ha de masas monoespecíficas de *Pinus radiata*.

Los datos climatológicos suministrados por la Estación Meteorológica de Carballo son los siguientes:

Situación geográfica

43° 13' Latitud Norte
5° longitud Occidental
106 metros sobre el nivel del mar

Mes	Precipitación	Temperatura media
Enero	151	6,7
Febrero	142	8,4
Marzo	170	9,7
Abril	88	11,1
Mayo	61	13,6
Junio	52	15,9
Julio	29	19,0
Agosto	40	18,2
Septiembre	80	16,6
Octubre	102	13,0
Noviembre	177	9,2
Diciembre	205	9,1
AÑO	1297	12,5

Años de observación Precipitaciones: 12 años
 Temperaturas: 7 años

Días de precipitación al año: 126

Como se puede apreciar en el climodiagrama (Fig. 1), tan solo se presenta sequía meteorológica, según el criterio de GAUSSEN, en el mes de julio. Las temperaturas veraniegas son suaves y no hay período de heladas seguras aunque sí de heladas probables durante casi cinco meses.

Aún cuando no se aprecia en el climodiagrama ni en los datos aportados, en la comarca objeto del estudio, abundan los días cubiertos y brumosos lo que junto a lo anterior hacen de la zona, lugar apropiado para las plantaciones de *P. radiata*.

Por otra parte se realizaron por el especialista de este Departamento S. BARA, los análisis de los suelos correspondientes a las cuatro parcelas en estudio, cuyos resultados son:

CUADRO 1

Parcelas	C %	M.O. %	N Total %	C/N	pH en H ₂ O (1:2,5)	K Cambia. p.p.m.	P Utiliza. p.p.m.	Ca Cambia. p.p.m.	Mg Cambia. p.p.m.
CD-1	13,48	23,24	0,940	14,3	4,80	42	0,4	18	17
CD-2	14,25	24,57	0,850	12,8	4,73	52	1,1	33	35
CD-3	6,54	11,27	0,500	13,1	4,39	41	1,9	40	27
CD-4	15,04	25,93	0,940	16,0	4,66	49	0,7	43	37

Valores que se pueden estimar como normales en la mayoría de los suelos de montes gallegos que se han dedicado a la repoblación con coníferas.

La apreciación —que se puede hacer a través de los datos de clima y suelo— de estación ecológica propia para el desarrollo del *P. radiata*, viene confirmada por el buen desarrollo de las masas que libres de la enfermedad han alcanzado la edad de cortabilidad. Pudiéndose observar, asimismo, abundante regeneración natural en los tramos cortados.

METODOLOGIA

Forma y tamaño de las parcelas

Las parcelas son rectangulares de 1.000 m² (40 x 25 m) de superficie, estando orientado el lado menor del rectángulo en el sentido de la máxima pendiente. En los cuadros 2, 3, 4, 5 y 6 se hace referencia a las características de cada una de las parcelas.

Señalización de los árboles

Todos los árboles comprendidos entre los límites de las parcelas están individualizados con un número y tienen materializado el punto de toma de diámetro normal (a 1,30 m. del suelo) con una "T" invertida.

Inventario diámetro

Se mide el diámetro normal de todos los árboles, efectuando una doble medición en cruz con forcípula, adoptando como valor definitivo la media de las dos mediciones redondeada al par. Las lecturas se hacen en mm. Con estos datos se confecciona una clasificación diamétrica que nos sirve para escoger sistemáticamente la muestra de alturas totales.

Alturas totales

Ordenados por la clasificación diamétrica, se toman sistemáticamente las alturas de 30 ó 40 árboles de la parcela, reforzando esta muestra con las alturas totales de los árboles

dominantes; entendiendo como dominantes los 100 árboles más gruesos por ha, es decir, los 10 más gruesos en nuestras parcelas de 1.000 m².

Las mediciones de alturas son realizadas en cm, con una pértiga telescópica de fibra de vidrio que se aproxima al fuste, se enrasa con la copa y se hace la lectura al pie de la misma.

Daños producidos por la enfermedad.

De todos los árboles se reseñó el daño producido por la enfermedad, atendiendo a la siguiente clasificación:

<u>Clase de daño</u>	<u>Síntomas</u>
0	Arbol totalmente sano, sin pérdida de acículas.
1	Primeros síntomas de coloración de las acículas.
2	Defoliación del 1 al 25%
3	Defoliación del 26 al 50%
4	Defoliación del 51 al 75%
	Defoliación del 76% a árbol muerto en pie

El haber adoptado estos márgenes, viene motivado por la dificultad que entraña la medición de la defoliación como variable contínua. Los porcentajes de defoliación que proponemos son fácilmente apreciables al primer golpe de vista, por quien tiene habitual contacto con las masas de *P. radiata*, que, por otra parte, es el mismo sistema seguido por CHRISTENSEN (1967) en Kenya.

Determinación de volúmenes.

Para la determinación de volúmenes hemos hecho uso de la tabla de cubicación de doble entrada (diámetro y altura total) que para el *P. radiata* se incluyen en las tablas de producción en las Vascongadas (MADRIGAL, TOVAL *et al.*) editada por la Dirección General de la Producción Agraria del Ministerio de Agricultura en 1975

Dicha tabla de cubicación responde a la fórmula

$$V = -5,4 + 339,08 \frac{d^2 h}{10^4} - 8,0457 \left(\frac{d^2 h}{10^4}\right)^2$$

donde:

d = diámetro en centímetros

h = altura en metros

v = volumen en decímetros cúbicos

RESUMEN DE DATOS DE LAS PARCELAS

CUADRO 2
LOCALIZACION

Parcela	Monte	Ayuntamiento	Parroquia	Lugar	Edad (años 1975)	Nº árboles
CD - 1	Castelo	Tordoya	Angeriz	Empalme	12 años	146
CD - 2	Braña Rubia	Coristanco	Seavia	Lavateiras	11 "	170
CD - 3	Vilar	Carballo	Razo	Vilar	13 "	185
CD - 4	Seixo	Tordoya	Angeriz	Seixo	11 "	185

CUADRO 3
INVENTARIOS DIAMETRICOS (Datos referidos a la ha). Nº de piés

Parcela	Inventario	Clase 1ª	Clase 2ª	Clase 3ª	Clase 4ª	Clase 5ª	Total
		1-50mm	51-100	101-150	151-200	201-250	
CD-1	1º (75)	440	840	160	20	—	1460
	2º (76)	320	930	180	30	—	1460
	3º (77)	270	900	240	50	—	1460
CD-2	1º (75)	530	900	270	—	—	1700
	2º (76)	410	970	310	10	—	1700
	3º (77)	310	920	440	30	—	1700
CD-3	1º (75)	60	500	820	450	20	1850
	2º (76)	50	470	750	520	20	1850
	3º (77)	30	450	660	640	70	1850
CD-4	1º (75)	720	880	220	30	—	1850
	2º (76)	600	910	280	60	—	1850
	3º (77)	520	830	390	110	—	1850

CUADRO 4

INVENTARIO POR DAÑOS (Datos referidos a la ha). N^o de piés

Parcela	Inventario	Daño 0	Daño 1	Daño 2	Daño 3	Daño 4	Total
	1 ^o (75)	20	500	570	370		1.460
CD-1	2 ^o (76)		350	580	320	210	1.460
	3 ^o (77)		240	520	430	270	1.460
	1 ^o (75)	170	1.150	350	30		1.700
CD-2	2 ^o (76)	70	1.080	430	80	40	1.700
	3 ^o (77)	50	900	560	150	40	1.700
	1 ^o (75)	310	450	830	250	10	1.850
CD-3	2 ^o (76)	130	550	850	230	90	1.850
	3 ^o (77)	60	430	730	390	240	1.850
	1 ^o (75)	120	1.100	500	130	—	1.850
CD-4	2 ^o (76)	90	1.000	570	160	30	1.850
	3 ^o (77)	20	570	790	330	140	1.850

CUADRO 6
CALIDAD DE LAS PARCELAS

<u>PARCELA</u>	<u>EDAD</u>	<u>ALTURA DOMINANTE</u>	<u>CALIDAD*</u>
CD - 1	12	8,76	III
CD - 2	11	7,70	III
CD - 3	13	12,15	III
CD - 4	11	7,97	III

PERDIDA DE CRECIMIENTO EN LAS MASAS ENFERMAS

A partir de los datos de nivel de daños, hemos clasificado los piés afectados agrupándolos en el nivel de daño correspondiente (cuadro 4).

Teniendo en cuenta que las cuatro parcelas pertenecen a la misma clase de calidad productiva (cuadro 6), hemos considerado que cada nivel de daño es una unidad muestral, prescindiendo de la clasificación por parcela.

El haber realizado los inventarios en primavera, cuando los síntomas han llegado a su apogeo, nos permite asegurar que el nivel de daño señalado en cada toma de datos es el que va a tener cada árbol durante la época de período vegetativo activo y por tanto el que va a afectar al crecimiento.

Hemos realizado el análisis de varianza de los incrementos de diámetros, de alturas totales y de volúmenes, a fin de poder apreciar la influencia diferenciada en cada uno de dichos parámetros.

En todos los casos el modelo matemático es el siguiente:

$$X_{ijk} = \mu + D_i + A_j + DA_{ij} + \epsilon_k \quad (ij)$$

donde:

D_i = nivel de daños; i de 0 a 4

A_j = año; j 1975 y 1976

DA_{ij} = interacción año x daños

ϵ_k = residuo; k , árboles que conforman la muestra

x = variable medida (incrementos de diámetro, de altura total o de volumen).

* Según las Tablas de Producción del *Pinus radiata*

Como se puede apreciar a continuación, en el cuadro del análisis de varianza, las subclases son desiguales en cuanto al número de individuos que conforman la muestra; para poder soslayar dicho inconveniente hemos recurrido al método propuesto por BANCROFT (1966) según el cual en cada casilla se sustituyen los valores de la muestra por la media de los mismos, procediéndose en el análisis de varianza como si se tuviera una sola observación, con la salvedad de que para el cálculo del cuadrado medio del residuo se tiene en cuenta la varianza de la muestra global, y el número de elementos por subclase se hace igual a la media armónica.

A continuación incluimos tan solo el análisis de varianza del incremento volumétrico, ya que los crecimientos en diámetros y alturas presentan pérdidas similares. Los porcentajes de dichas pérdidas se incluyen en las conclusiones de este estudio.

ANALISIS DE VARIANZA DE INCREMENTOS DE VOLUMENES SEGUN NIVEL DE DAÑOS

	NIVELES DE DAÑOS					Totales
	D-0	D-1	D-2	D-3	D-5	
Año 1975	19,02 ¹ (14) ²	14,13 (75)	5,90 (44)	2,64 (17)	0,71 (10)	42,40
Año 1976	25,23 (11)	17,81 (62)	7,02 (47)	2,43 (18)	0,50 (7)	52,99
Totales	44,25 (25)	31,94 (137)	12,92 (91)	5,07 (35)	1,21 (17)	95,39
MEDIAS	22,12	15,97	6,46	2,53	0,60	

1. Media de la muestra de incrementos de volúmenes en dm³

2. Tamaño de la muestra.

Fuente de variación	g.l.	S.C.	C.M.	E.C.M.	F.
Daños	4	676,24	169,06	$\frac{1}{n_h} \sigma^2 + 5 \sigma_D^2$	19,61***
Años	1	11,22	11,22	$\frac{1}{n_h} \sigma^2 + 2 \sigma_A^2$	1,31
Daños x Años	4	15,50	3,87	$\frac{1}{n_h} \sigma^2 + \sigma_{DA}^2$	< 1
Residuo	295		8,62	$\frac{1}{n_h} \sigma^2$	
Total	304				

$$\Sigma D^2 = 1.586,16$$

$$\Sigma A^2 = 921,14$$

$$\Sigma DA^2 = 1.612,88$$

$$CT = 909,92$$

$$\frac{1}{n_h} = \frac{1}{10} \left(\frac{1}{14} + \dots + \frac{1}{7} \right) = 0,05930$$

$$\sigma^2 = 145,4799$$

$$C.M. \text{ del residuo} = \frac{1}{n_h} \times \sigma^2 = 8,62$$

COMPARACION DE MEDIAS

Test de Newman - Keuls secuencial.

$$\delta_2 = q_2 \times S_{\bar{X}} = 3,64 \times 2,93 = 10,66$$

$$\delta_3 = q_3 \times S_{\bar{X}} = 4,12 \times 2,93 = 12,07$$

$$\delta_4 = q_4 \times S_{\bar{X}} = 4,40 \times 2,93 = 12,89$$

$$\delta_5 = q_5 \times S_{\bar{X}} = 4,60 \times 2,93 = 13,47$$

*** Significativo al 0,001

	D-4	D-3	D-2	D-1
D-0	δ^5 21,52**	δ^4 19,59**	δ^3 15,66**	δ^2 6,15
D-1	δ^4 15,37**	δ^3 13,44**	δ^2 9,51	
D-2	δ^3 5,86	δ^2 3,93		
D-3	δ^2 1,93			

RESUMEN DE LA EVALUACION DE LOS DAÑOS

El primer dato importante deducido de los inventarios es el avance de daños (cuadro 4). Como hemos visto por el análisis de varianza, los crecimientos no se ven afectados significativamente para el nivel de daño 1. Considerando, pues, la suma de los pies con este nivel de daño y los de daño 0, como constituyentes de la masa no afectada, resulta que el porcentaje de la masa total por parcela que puede desarrollar crecimientos óptimos evolucionó durante los inventarios de la forma siguiente:

CUADRO 7

<u>Parcelas</u>	<u>Inventarios</u>	<u>% de pies no afectados</u>
CD-1	1 ^o (1975)	35,61
	2 ^o (1976)	23,97
	3 ^o (1977)	16,43
CD-2	1 ^o	77,64
	2 ^o	67,64
	3 ^o	55,88
CD-3	1 ^o	41,08
	2 ^o	36,75
	3 ^o	26,48
CD-4	1 ^o	65,94
	2 ^o	58,91
	3 ^o	31,89

** Significativo al 0,01

Asimismo del primer inventario (cuadro 5) se puede concluir que no existe una tendencia a que la enfermedad ataque a los piés menos desarrollados sino que ésta se distribuye de forma similar por todas las clases diamétricas presentes en las parcelas.

Por último, y a la vista de los resultados de los análisis de varianza, podemos afirmar que los crecimientos en diámetros, alturas y volúmenes se ven disminuidos significativamente en todos los niveles de daños, con excepción del daño—1, pudiendo cifrar las pérdidas medias de crecimientos por árbol con respecto al daño—0 en:

CUADRO 8
PERDIDA DE CRECIMIENTOS EN PORCENTAJE

	<u>Nivel de</u> <u>Daño-2</u>	<u>Nivel de</u> <u>Daño-3</u>	<u>Nivel de</u> <u>Daño-4</u>
Diámetros	56,34	85,38	98,81
Alturas totales	34,24	65,75	87,67
Volúmenes	70,79	88,56	97,28

Afecta, como se puede observar, más a los crecimientos diamétricos que a los de alturas, pero siendo, no obstante, importantes los efectos en ambos parámetros.

PLAN A SEGUIR

La intervención en las masas afectadas por el *Dothistroma pini* (banda roja), está más que justificada por la importancia de los daños que produce. Esta intervención debe cubrir, a nuestro entender, dos objetivos: En primer lugar la eliminación de los pies más afectados por la enfermedad, por cuanto su permanencia en la masa no aporta ningún beneficio debido a su escaso crecimiento, sino más bien un perjuicio al poder actuar como focos de infección. Esto se conseguiría, como es obvio, mediante cortas intermedias.

El segundo objetivo, es el tratar de conseguir que los piés, que después de la clara van a constituir la masa principal, puedan sanar o al menos no aumenten su nivel de infección, mediante tratamientos con fungicidas.

Este plan es el que en la actualidad, hemos puesto en práctica dentro de nuestras parcelas cuyos resultados serán objeto de una futura comunicación.

A continuación pasamos a considerar ambos tratamientos:

Claras:

Las claras se llevarán a cabo siguiendo los criterios siguientes:

a) El número de piés a cortar se determinará siguiendo las normas de la Tabla de Producción para III Calidad del *P. radiata* que adjuntamos. (Cuadro 9).

b) Dichos piés serán los que presenten el mayor nivel de daño en el momento de la clara, y dentro de éstos los de menor diámetro.

Con ambos criterios las parcelas objeto de este estudio tendrán las siguientes características:

Parcelas	Masa principal antes de la clara.		Masa extraída		Masa principal después de la clara	
	Nº pies/ha	Diámetro medio mm.	Nº pies/ha	Diámetro medio mm.	Nº pies/ha	Diámetro medio mm
CD-1	1.460	79	560	56	900	89
CD-2	1.760	85	860	73	900	96
CD-3	1.850	139	950	110	900	165
CD-4	1.850	87	950	66	900	102

En algunos casos, aunque las cortas supongan el 50% de la masa, no llegan a cubrir la totalidad de los piés afectados por la enfermedad por lo que una vez más se pone en evidencia la necesidad del tratamiento con fungicidas.

En masas de III calidad, las más corrientes en Galicia, las cortas intermedias no serán en su mayor parte productivas, sobre todo si se efectúan a los 10 años de la plantación tal como recomiendan las Tablas de Producción. No obstante son obligadas, tanto si se trata de masas sanas como atacadas por la enfermedad, pues los marcos iniciales de plantación así lo exigen para un favorable desarrollo de las masas en el futuro.

Lógicamente los despojos de estas cortas se harán desaparecer del monte.

Tratamientos con fungicidas

En la primera parte del trabajo se describe el desarrollo de la infección sobre las acículas. Por otro lado, también se menciona el efecto de diversos fungicidas, sobre las esporas del hongo y la protección que estos fungicidas le dan a la acícula durante dos años.

Estos datos unidos a la experiencia que tienen en otros países en el tratamiento de esta enfermedad, nos llevó a la aplicación de oxiclóruo de cobre en dosis de 8 kg/ha de producto comercial del 50% disueltos en 100 litros de agua.

Este tratamiento se aplicó con un pulverizador de carretilla que proporciona una buena nube de producto, que al prolongar mediante una caña la boquilla, logramos que alcance la copa de los árboles.

El sistema ideal para la aplicación de estos productos, sería la utilización de helicópteros que, adaptándose a las irregularidades del terreno y a la distribución de estas masas, pueden realizar estos trabajos con unos costos fácilmente amortizables ante las pérdidas que la enfermedad causa en el crecimiento en volumen de este pino.

Los costos de un tratamiento mediante helicópteros distribuyéndose 100 litros/ha de caldo son:

Producto a 8 kg/ha del 50%	1.000 ptas.
Helicóptero a 9 ptas/litro	900 "
	1.900 ptas/ha

La experiencia obtenida en Nueva Zelanda, sugiere que los árboles deben ser tratados cada tres o cuatro años hasta los quince años de edad. Esto supondría realizar de cuatro a cinco tratamientos en el turno de estas masas. El coste, sería por tanto de unas $1.900 \times 5 = 9.500$ ptas/ha, que aún unido a sus intereses, representan una cantidad poco importante en el valor final por ha, lo que justifica su aplicación.

RESUMEN

El hongo *Dothistroma pini* Hulbary produce graves daños a la planta de vivero de *Pinus radiata* D. Don inutilizándola para ser usada en repoblaciones. Son positivos los tratamientos químicos -especialmente con oxiclورو de cobre- quincenales en mayo-junio en plantas de vivero. La acícula tratada queda protegida dos años al menos. En masas enfermas de *P. radiata* se observa que son atacados tanto los piés dominantes como los dominados, y el nivel de daños aumenta progresivamente. Las pérdidas de incremento en diámetros, alturas y volúmenes aumentan con el nivel de defoliación producido por la enfermedad.

En volúmenes las pérdidas observadas son:

71%	para una defoliación entre el	26 y 50%
88%	" " " " "	51 y 75%
97%	" " " " "	76 y 100%

AGRADECIMIENTOS

Las mediciones y tratamientos en invernadero y monte de las experiencias instaladas, han sido realizadas por Félix MONTOTO y Santiago CASAS, a los que expresamos nuestro agradecimiento.

Asimismo hemos de agradecer las facilidades dadas por ICONA (La Coruña) y la Casa Zeltia (Porriño) para la realización de estos estudios.

Al resto del equipo de Lourizán que, de una forma u otra nos han ayudado en este trabajo, le agradecemos su apoyo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BANCROFT T.S., 1966 *Topics in intermediate methods* vol. 1 Iowa St. Univ. Press.
- CHRISTENSEN, GIBSON I.A.S., 1967 Further observations in Kenya on foliase of Pines caused by *Dothistroma pini* Helbary. *Commonw. Forest. Rev.*, 46 (3), 239-47.
- DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION AGRARIA (Ministerio de Agricultura), 1975. *Tablas de Producción, cubicación y tarifas de P. radiata D. Don en las provincias Vascongadas.*
- FERNANDEZ DE ANA MAGAN, 1975. La enfermedad de la banda roja en el *P. radiata*. *Comunicaciones INIA. Ser. Prot. Veg.* 3.
- GADGIL P.D., 1974. Effect of temperature and leaf wetness period on infection of *Pinus radiata* by *Dothistroma pini*. *N.Z. Jl. For. Sci.* 4(3), 495-501.
- GADGIL HOLDEN, 1976. Effect of light intensity on infection of *Pinus radiata* by *Dothistroma pini*. *N.Z. Jl. For. Sci.* 6(1), 67-71.
- GADGIL P.D., 1977. Duration of leaf wetness periods and infection of *Pinus radiata* by *Dothistroma pini*. *N.Z. Jl. For. Sci.* 7(1), 83-90.
- GIBSON, 1974. Impact and control of *Dothistroma* blight of pines. *Eu. J. For. Path.* 4 89-100.
- GRUT M., 1970. *Pinus radiata. Growth and Economics.* Capetom, A.A. Balkema.
- JAMCARIK V., 1969. Control of *Dothistroma pini* in forest nurseries. New Zealand Forest Service n° 24.

PARKER A.K., 1972. Artificial inoculation of *Pinus radiata* with *Scirrhia* (*Dothistroma*) *pini*: effect of relative humidity and temperature on incubation. *Phytopathology*, 62

WHYTE A.G.D., 1968, 1969. Tree growth in the presence of *D. pini*. *Rep. Forest. Res. Inst. N.Z.*, (51-2).