

USO DEL MÉTODO DE RODALES Y SISTEMÁTICO PARA EVALUAR DAÑOS POR *Sphaeropsis sapinea* EN *Pinus radiata* AFECTADO POR GRANIZO EN BIZKAIA, ESPAÑA

Blanca García¹ y Julio Diez¹

RESUMEN

Sphaeropsis sapinea es un parásito oportunista de coníferas de distribución cosmopolita, que afecta con gran intensidad a *Pinus radiata* tras acciones agresivas de agentes meteorológicos, la ejecución descuidada de podas, situaciones de estrés, o debilitamiento de la masa. En el presente trabajo se evaluó la superficie forestal de pinos dañada por *S. sapinea* tras una fuerte granizada, así como el grado de afección mediante la aplicación de dos metodologías: una evaluación por rodales que trató de un modo más subjetivo la delimitación de zonas afectadas en función del nivel de daño y un método sistemático que evaluó una serie de árboles dentro de una malla de parcelas ubicadas en la zona afectada. Por el método de rodales se obtuvieron 4231 ha de pinos afectadas, de las cuales 30 fueron afectadas de forma muy grave, donde la masa estuvo fuertemente atacada en la guía y en el follaje. La superficie atacada dentro del nivel grave ascendió a un total de 740 ha. Estos datos difirieron considerablemente con los resultados obtenidos por el método sistemático el cual registró 8400 ha dañadas, de las cuales 504 ha fueron afectadas de forma muy grave y 3000 ha de forma grave. El método de evaluación por rodales se reveló como menos preciso; sin embargo, permitió una evaluación más económica y rápida de la zona. Por otro lado, la metodología sistemática permitió adecuar la precisión y grado de detalle requerido.

Palabras clave adicionales: Patología forestal, chancro resinoso del pino, enfermedad fúngica, puntisecado

ABSTRACT

Use of two methods to assess damages caused by *Sphaeropsis sapinea* on *Pinus radiata* affected by hail in Bizkaia, Spain

Sphaeropsis sapinea is an opportunistic conifer pathogen all over the world. This fungus infects *Pinus radiata* intensely following unfavourable environmental conditions such as careless pruning or drought stress, among others. This paper reports the assessment of the affected forest areas by *S. sapinea* after a strong hailstorm, as well as the level of infection, by establishing two methods. In the first disease assessment, which was the less objective one, the affected areas were delimited taking the different levels of infection into account. The other evaluation consisted in assessing some trees in a systematic plot network placed in the affected area. By using the first method 4231 ha seemed to have been affected. Of these, 30 ha of plantation were affected with shoot and foliage damage in the highest intensity. Some 740 ha of the area affected reached an important but less high level of infection. These results are not in agreement with those found by using the systematic plot network method. In this, 8400 ha were found to have been affected, with 504 ha very highly attacked and 3000 ha highly attacked. The first method proved to be less precise. However, it allowed a quicker and economic assessment of the whole area. On the other hand, the second method allowed to establish the precision and detail required.

Additional key words: Forest pathology, pink canker, fungal disease, dieback

INTRODUCCIÓN

Sphaeropsis sapinea (Desm.)(Fr.) Dyko y Sutton, también denominado *Diplodia pinea* Kickx ocasiona la enfermedad conocida como chancro del ramillo, chancro resinoso, chancro de brotes o tizón del pino (Butin, 1995), que puede provocar la pérdida de productividad y la muerte

de numerosos árboles (o pies, en terminología forestal), en función del tipo de ataque (Swart y Wingfield, 1991). Los síntomas externos que denotan el ataque del hongo son la decoloración pardo-rojiza generalizada del follaje de los árboles que se torna posteriormente pajizo, la curvatura en forma de cayado y seca de los ramillos y brotes terminales, y las abundantes resinosis que fluyen

Recibido: Julio 9, 2002

Aceptado: Enero 24, 2003

¹ Dpto. de Producción Vegetal y Silvo-Pascicultura. Universidad de Valladolid. Apdo. 34004. Palencia, España.
e-mail: jdcasero@pvs.uva.es

por el tronco y ramas (Pecknold, 1993). La presencia de guías secas en una densidad variable, es función de la intensidad del ataque, lo que da lugar a un estado conocido como seca de la punta o pie puntiseco (Nameth y Chatfield, 1996). Las piñas también son infectadas el segundo año como consecuencia del ataque (Phillips y Burdekin, 1992). *S. sapinea* puede ocasionar chancros en ramas y tronco e incluso provocar la muerte del árbol, por lo que se convierte en una fuente importante de inóculo para infecciones posteriores (Gallenberg y Chase, 1996). La madera de los árboles infectados puede presentar un color azulado característico que se observa si se realizan cortes seccionales en el fuste o en las ramas del árbol afectado (Chou 1987; Chou y MacKenzie, 1988).

Sobre los tejidos infectados *S. sapinea* forma los picnidios, únicos cuerpos de fructificación conocidos de este hongo. Estos aparecen hundidos en los tejidos del hospedante y generalmente están provistos de una abertura circular denominada ostiolo (Palmer, 1992). En principio irrumpen de forma subepidérmica para después quedar al descubierto y al madurar resquebrajarse para expulsar los conidios, que son esféricos u ovalados (Stanosz, 1997).

Una de las especies más susceptibles a *S. sapinea* es *Pinus radiata*, aunque el *P. nigra* var. *Corsicana* también es atacado frecuentemente por este hongo (Wingfield, 1980). Sin embargo, *S. sapinea* es capaz de parasitar a casi todas las especies del género *Pinus* (Swart y Wingfield, 1991; Cedeño et al., 2001). El pino marítimo (*P. pinaster*) posee una gran resistencia a este patógeno y no suele ser afectado por su ataque (Diputación Foral de Bizkaia, 1996a).

S. sapinea es un parásito oportunista que aprovecha situaciones de debilidad del árbol y heridas provocadas tras la realización de podas o granizadas para infectar a la planta, pudiendo provocar graves daños en estas condiciones (Madrid, 1993). Esta situación apareció en una amplia superficie de la provincia de Bizkaia, España, que fue afectada por una fuerte granizada el día 1 de junio de 1999. Tres meses después de la tormenta, las masas de *P. radiata* aparecieron gravemente infectadas por *S. sapinea*, lo que en muchos casos provocó su corta.

Dado que este tipo de ataque se repite periódicamente a lo largo de los años coincidiendo

con podas o fuertes granizadas, la elaboración de una metodología que permita evaluar la incidencia en la zona será de gran utilidad para futuros ataques.

La necesidad de un protocolo que permitiera valorar los daños producidos por el hongo ha condicionado los objetivos de este trabajo, que se han centrado en el desarrollo y evaluación dos metodologías diferentes para la estimación de los daños producidos por *S. sapinea* en *Pinus radiata*. Además, se ha intentado conocer la relación existente entre diversos factores fisiográficos y dasométricos con el grado de daño observado en las plantaciones de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

La zona de afección se delimitó para evaluar los daños producidos en la especie *Pinus radiata* de forma más minuciosa. El método utilizado fue el de apreciación visual desde tierra. Para su ubicación correcta se utilizaron planos topográficos y ortofotos 1/25.000. La información tomada en campo fue digitalizada con una mesa digitalizadora controlada por el programa Autocad (Autocad Map Versión 2.0) de forma georreferenciada sobre la base cartográfica 1/25.000 del Gobierno Vasco.

En el mes de octubre, una vez finalizado el período favorable para el desarrollo de la enfermedad, la coloración que presentaban las masas de *Pinus radiata* no evolucionó, con lo que tras delimitar la franja de afección se inició el trabajo de evaluación. Los daños se valoraron mediante dos metodologías: el muestreo por rodales y el muestreo sistemático. En ambos, el porcentaje de decoloración y defoliación debida al ataque de la enfermedad (Figuras 1, 2 y 3), así como la presencia o no de guía seca (Figura 4), fueron utilizados como los indicadores más adecuados. Las muestras que ofrecieron dudas se analizaron en el laboratorio.

En el muestreo por rodales las zonas afectadas se delimitaron como rodales dentro de la franja de afección y se clasificaron en función de la gravedad del daño: leve, medio, grave y muy grave. En los rodales con ataque leve predominó el daño en los extremos de las ramillas en una cuantía inferior al 20%. Se calificaron así las masas en las que se apreció una acusada coloración parda del follaje.



Figura 1. Acículas secas como consecuencia del ataque de *Diploidia pinea*



Figura 2. Acículas secas y resinosidad causadas por *D. pinea*



Figura 3. Ramillas en forma de gancho, síntoma típico de la infección por *D. pinea*

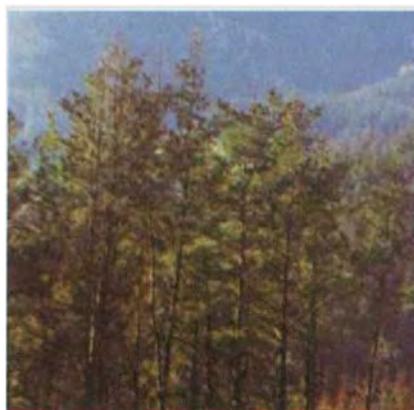


Figura 4. Pies puntisecos atacados por *D. pinea* tras la granizada



Figura 5. Árbol con grado de afección 0



Figura 6. Árbol con grado de afección 1

En estas parcelas el número de pies puntisecos no fue significativo. En las zonas calificadas como ataque medio predominaron los daños a las ramillas en algunos casos combinados con desecación en la guía terminal. El grado de desecación de ramillas fue algo superior a la de la clase anterior. Aparte de la tonalidad parda del follaje, se pudieron observar a simple vista un número elevado de pies puntisecos. En las zonas de ataque grave, predominó la combinación de daños en la guía terminal y ramillas donde la decoloración y/o defoliación alcanzó, por lo general, hasta el 50%. Además, en estas parcelas la coloración parda fue mucho más acusada y el número de pies puntisecos fue relevante. Las zonas de ataques muy graves normalmente combinaron la desecación de la guía con una decoloración superior al 50%. Las zonas sin daños no se delimitaron.

La información tomada en campo fue informatizada utilizando una mesa digitalizadora e importada al programa Autocad de forma georreferenciada sobre planos 1/25.000. A fin de eliminar en lo posible la inexactitud en la delimitación, los rodales afectados fueron intersectados con la cubierta de repoblaciones forestales utilizándose el mapa de vegetación digitalizado del Gobierno Vasco. La finalidad era seleccionar aquellos polígonos que tenían cualquier grado de ataque y que además estaban calificados como plantaciones forestales. Sin embargo, quedaron incluidas plantaciones de otras coníferas además de las de eucalipto, que como el pino marítimo no habían sido afectadas. La superficie real afectada para cada grado de daño se obtuvo realizando las correcciones oportunas a partir de la proporción de especies presentes en la provincia.

El segundo sistema de evaluación usado fue el muestreo sistemático. Para ello se ubicó una malla cuadrada de 1 km x 1 km a lo largo de toda la franja de afección, orientada de N a S y de E a W, cuyos nudos correspondían a las coordenadas teóricas de los puntos de muestreo. Los mapas de vegetación se compusieron mediante el programa Arc-Info para seleccionar solamente las parcelas pertenecientes a repoblaciones. Se eliminaron así prados, zonas frondosas y zonas urbanas.

Para la situación del punto centro de la

parcela se utilizaron planos 1/5.000 y 1/25.000 y se tomaron en consideración las características fisiográficas de las parcelas y los datos dasocráticos medios para su análisis estadístico posterior. Asimismo, diez pies de *Pinus radiata* de cada parcela de muestreo fueron evaluados y en función del nivel de daño de cada uno se obtuvo un valor medio para la parcela. Los parámetros de decoloración aparente y su situación en el árbol permitieron la evaluación de los pies. La estimación del estado sanitario dependió, naturalmente, de la definición de la copa. La copa fue considerada tal y como estaba en el momento de su evaluación, sin tener en cuenta la copa potencial o teórica que pudo haber existido en años pasados. Así, ésta quedó definida como la copa viva entera desde la rama más baja y viva hacia arriba (Montoya y López-Arias, 1998). Para realizar la estima del porcentaje de afectación se evaluó el grado de defoliación y/o decoloración de cada uno de los árboles. Se establecieron ocho niveles o grados de daño en función de la defoliación y la presencia de guía seca en el árbol (Cuadro 1 y Figuras 5-12). Estos niveles se utilizaron como modelo de comparación o árbol de referencia en la evaluación de los diez pies de cada parcela. No se estableció ningún nivel con más del 50 % del follaje afectado porque no se dio el caso en la situación que se estaba estudiando.

Con el fin de comparar ambas metodologías, cada nivel de parcela en el método por rodales fue evaluado según lo explicado en el muestreo sistemático. Esta tipificación se realizó con zonas que fueron claramente representativas que se denominaron parcelas tipo. Se evaluaron los diez árboles más cercanos al centro de la parcela dentro de los ocho niveles indicados y viendo las características globales de la masa (ya indicadas para la evaluación a nivel rodal) se le asignó un indicativo cualitativo de daño global (leve, medio, grave y muy grave). Este indicativo no fue usado para el análisis estadístico, pero se consideró útil para la síntesis y comparación de los datos y fue utilizado en el plano de resultados por ser más comprensible.

La superficie y el número de pies afectados fueron estimados para cada edad o forma principal de masa. Para ello se partió de las siguientes premisas:

a) En la zona estudiada la distribución del



Figura 7. Árbol con grado de afección 2



Figura 8. Árbol con grado de afección 3



Figura 9. Árbol con grado de afección 4



Figura 10. Árbol con grado de afección 5



Figura 11. Árbol con grado de afección 6



Figura 12. Árbol con grado de afección 7

estado de la masa fue de 17% para repoblado y monte bravo, 9% para el latizal, 37 % para fustal joven y 37% para fustal adulto (DGCONA, 1996).

b) Las superficies y grado de ataque se distribuyeron de forma proporcional.

e) Las formas principales de masa se hicieron corresponder con edades medias de 6, 12, 22 y 28 años para repoblado y monte bravo, latizal, fustal joven y fustal adulto, respectivamente.

d) La edad se hizo corresponder con lo citado en el apartado anterior y la densidad de los pies es de 1.600, 850, 450 y 300 árboles/ha, respectivamente (Madrigal et al., 1999).

Finalmente, y para conocer la posible existencia de factores implicados en la dispersión de la enfermedad, se analizaron los datos obtenidos para ver la relación entre diferentes variables y la gravedad de la afección. Para ello, se determinaron parámetros fisiográficos como la altitud y pendiente, y parámetros dasométricos como la altura, diámetro medio y coeficiente de esbeltez. Todos estos valores se relacionaron con el daño (valor medio de la cuantía del daño en la parcela) y con el porcentaje de pies de *P. radiata* puntisecos mediante un análisis de correlación entre las variables. Para la realización del análisis se utilizó el paquete informático Statgraphics Plus.

Cuadro 1. Caracterización de los grados de daño individuales (por pie de *Pinus radiata*) a partir del porcentaje de copa y la presencia de guía afectada

Grado de daño	Copa afectada (%)	Guía terminal afectada
Grado 0	<5	NO
Grado 1	5-20	NO
Grado 2	20-50	NO
Grado 3	<5	SI
Grado 4	5-20	SI
Grado 5	20-50	SI
Grado 6	>50	SI
Grado 7	100	SI

RESULTADOS

Los rodales afectados se situaron en una franja dentro de la provincia de Bizkaia que se extiende de nordeste a suroeste y se interna en Alava al norte del monte Jesuri. La zona afectada por la enfermedad fue de 15.900 ha con una anchura de franja variable de unos 3 km de media. Dentro de esta zona, el pino insigne fue la especie más afectada y en menor medida el laricio. Las demás especies de coníferas no sufrieron ataques graves, siendo digno de mención la ausencia de

afección en *Pinus pinaster*.

Los resultados de la evaluación por rodales denotaron una gravedad de ataque variable (Figura 13). Así, dentro de la zona afectada pudieron observarse rodales que no fueron dañados, algunos en los que se produjo una desecación parcial del follaje y otros en los que además de la desecación se produjo también la muerte de ramas y guía.

Los resultados desglosados en las aproximaciones seguidas en la metodología por rodales se muestran en la Cuadro 2.

Cuadro 2. Resultados obtenidos al evaluar los daños producidos por *Diplodia pinea* en *Pinus radiata* mediante la metodología de rodales

Grado de daño	Rodales delimitados (ha)	Intersección con cobertura (ha)	Superficie real afectada (ha)	%
Sin daño	9030	6059	5150	54,9
Ataque leve	3983	2903	2468	26,3
Ataque medio	1651	1168	993	10,6
Ataque grave	1193	870	740	7,9
Ataque muy grave	41	35	30	0,3
Total dañado	6870	4977	4231	45,1
Total	15.900	11.036	9381	100

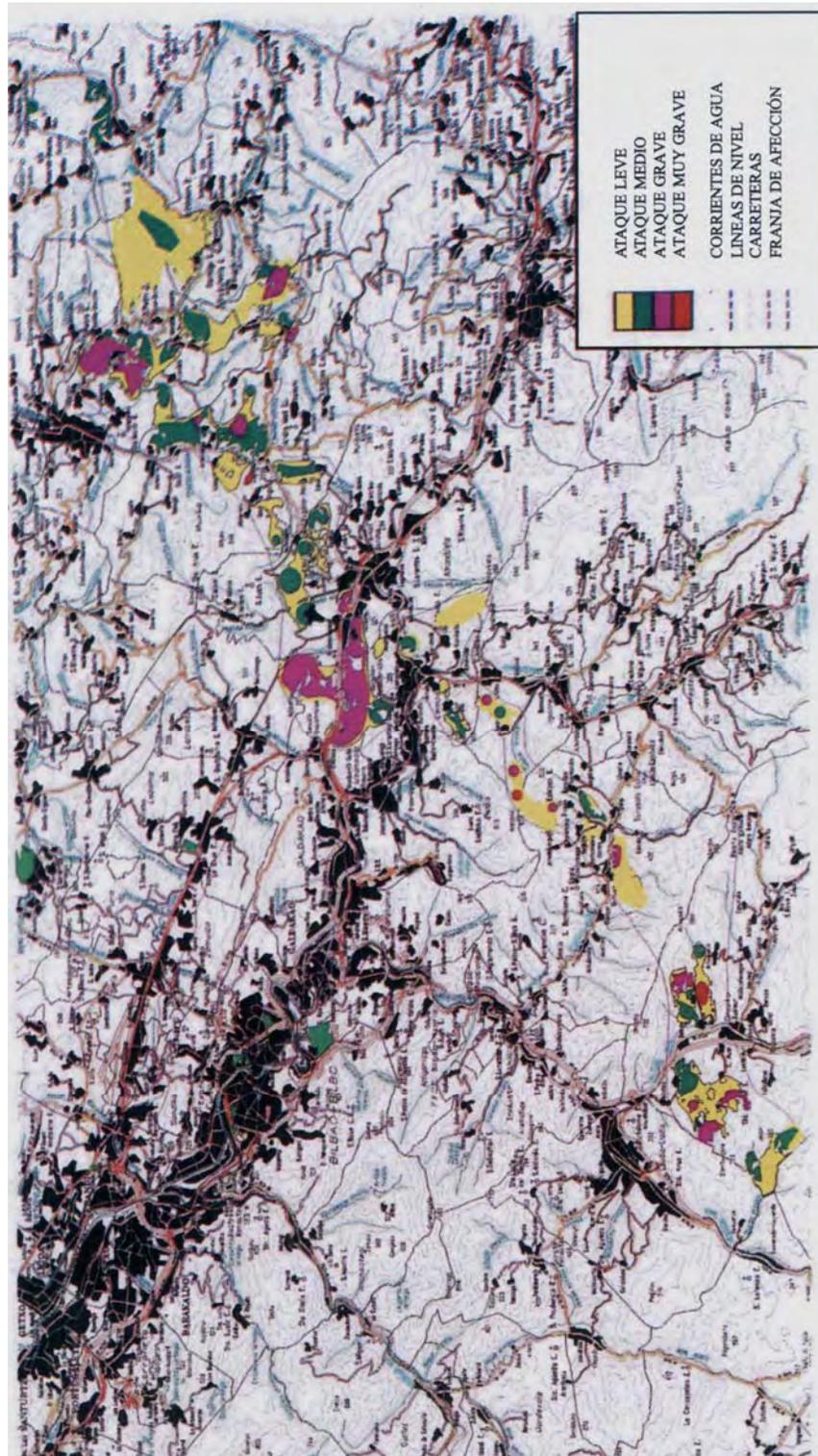


Figura 13. Afección de la zona según niveles de daño obtenido por el método de rodales

Las superficies reales estimadas resultaron ser de 9381 ha repartidas en 2468 ha de ataques leves, 993 ha de ataques medios, 740 ha de ataques graves y 30 ha de ataques muy graves.

La edad más fuertemente atacada fue la de fustal, tanto joven como adulto (Cuadro 3) contabilizándose un total de 1.565 ha para ambas edades, de las cuales 274 ha correspondieron con ataques graves y 11 ha muy graves.

De más de dos millones y medio de pies afectados, 469.500 correspondieron a fustal

adulto y 704.250 a fustal joven, siendo los afectados de forma grave 123.300 pies para el fustal joven y muy grave unos 4.950 pies. Para el fustal adulto el número ascendió a 82.200 como graves y 3.300 pies como muy graves. En el caso de repoblado y monte bravo el número de pies grave y muy gravemente afectados fue de 201.600 y 800 respectivamente, mientras que en el caso del latizal se estimaron 56.950 pies gravemente dañados y 2.550 pies muy graves (Cuadro 3).

Cuadro 3. Superficies y número de pies de *Pinus radiata* afectados según la forma principal de masa (edad) por la metodología de rodales.

Grado de ataque	Repoblado y Monte bravo, ha (n°pies en miles)	Latizal, ha (n°pies en miles)	Fustal joven, ha (n°pies en miles)	Fustal adulto, ha (n°pies en miles)	Total, ha (n°pies en miles)
Ataques leves	420(672)	222(188,7)	913(410,85)	913(273,9)	2.468(1545,45)
Ataques medios	169(270,4)	89(75,65)	367(165,15)	367(110,1)	992(621,3)
Ataques graves	126(201,6)	67(56,95)	274(123,3)	274(82,2)	741(464,05)
Ataques muy graves	5(8)	3(2,55)	11(4,95)	11(3,3)	30(18,8)
Total	720(1152)	381(323,85)	1565(704,25)	1565(469,5)	4.231(2649,6)

La evaluación sistemática, realizada con un total de 126 parcelas, indicó que los municipios con mayor grado de afección fueron Aulesti, Muxika, Zornotza, Zeberio, Munitibar, Lemoa, Mendata y Orozko siendo los cuatro primeros los que peor situación presentaron (Figura 14). La mitad de las parcelas tuvo valores menores del 20% de pies puntisecos.

La mayor parte de las parcelas presentaron de 0 a 15 % de pies puntisecos (Figura 15). Las parcelas con 30-40% de pies con puntisecado también fueron muy numerosas. Sólo un pequeño número de parcelas presentó un alto número de pies puntisecos, que sin embargo, resultaron de gran importancia debido al grave daño causado.

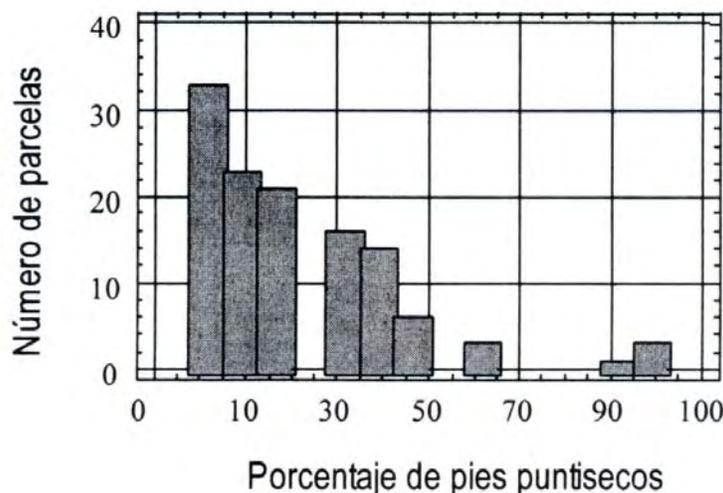


Figura 15. Distribución de parcelas de *Pinus radiata* afectadas según el porcentaje de puntisecos obtenido a partir del método sistemático.

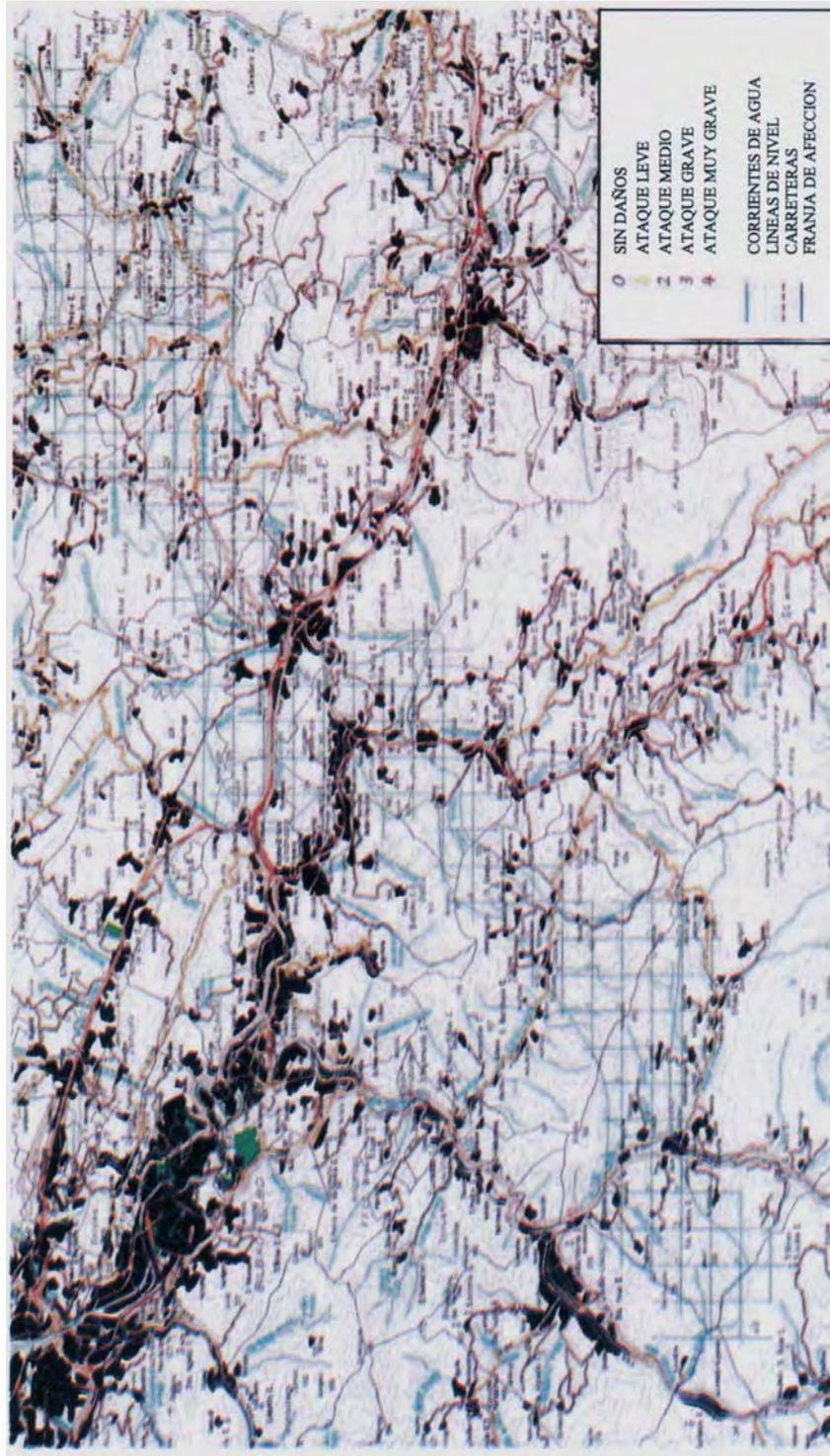


Figura 14. Afección de la zona según niveles de daño obtenido por el método sistemático

La mitad de las parcelas tuvo un daño leve, es decir, menor o igual a 0,9 (Figura 16), mientras que el 75% de las mismas presentó un daño menor o igual a 1,8 (daño medio). Aunque las

parcelas dañadas de forma muy grave (con valores desde 3,7 hasta más de 5,7) fueron menos numerosas que resultaron de vital importancia.

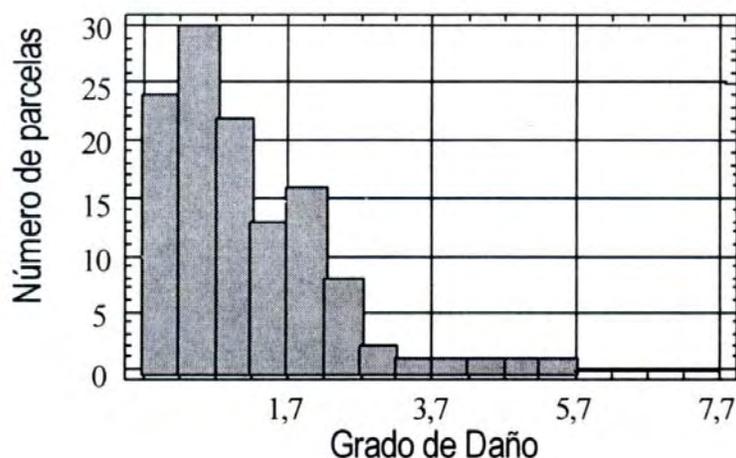


Figura 16. Distribución de parcelas de *Pinus radiata* afectadas según el valor numérico de daño obtenido a partir del método sistemático

La superficie afectada según la estimación por el método sistemático se distribuyó en 3000 ha para el ataque leve, 1.896 ha para el ataque medio, 3000 ha para el ataque grave y 504 ha para el ataque muy grave. Resultaron de especial importancia las 3.504 ha de superficie grave y muy grave (Cuadro 4).

Se obtuvieron 8400 ha afectadas de las 12.000 ha iniciales (3600 ha sin daños), de las cuales las catalogadas como muy graves fueron 186,5 ha para cada tipo de fustal, 45,4 ha para el latizal y 85,7 ha para el repoblado y monte bravo (Cuadro 5). Como graves se estimaron

1110 ha para cada fustal, 270 ha para el caso del latizal y 510 para repoblado y monte bravo, constituyendo un total de 3 000 ha.

El número de plantas afectadas ascendió a 5.258.400 pies, de las cuales resultaron como muy graves 315.585 individuos en total. De entre todas las edades, el mayor número de árboles muy gravemente afectados correspondió al repoblado y monte bravo con un total de 137.120 pies, seguido por el fustal joven con 83.925 pies. El número de pies gravemente afectados por *Sphaeropsis sapinea* sumó aproximadamente un total de 1.878.000 individuos.

Cuadro 4. Superficie de *Pinus radiata* afectada según nivel de daño obtenida por el método sistemático

Nivel de daño	Superficie resultante (ha)	Parcelas (%)
Sin daños	3600	30
Ataque leve	3000	25
Ataque medio	1896	15,8
Ataque grave	3000	25
Ataque muy grave	504	4,2
Total dañado	8400	70
Total	12.000	100

Cuadro 5. Superficie y número de pies de *Pinus radiata* afectados según la forma principal de masa, obtenido para el método sistemático

Nivel de daño	Repoblado y Monte bravo, ha (n° pies en miles)	Latizal, ha (n° pies en miles)	Fustal joven, ha (n° pies en miles)	Fustal adulto, ha (n° pies en miles)	Total, ha (n° pies en miles)
Ataques leves	510(816)	270(229,5)	1110(499,5)	1110(333)	3000(1878)
Ataques medios	322,3(515,68)	170,6(145,01)	701,5(315,675)	701,5(210,45)	1896(1186,815)
Ataques graves	510(816)	270(229,5)	1110(499,5)	1110(333)	3000(1878)
Ataques muy graves	85,7(137,12)	45,4(38,59)	186,5(83,925)	186,5(55,95)	504(315,585)
Total	1428(2284,8)	756(642,6)	3108(1398,6)	3108(932,4)	8400(5258,4)

Los análisis estadísticos no consiguieron establecer una relación significativa entre las variables estudiadas con el grado de daño (coeficientes de correlación: altitud -0,12, pendiente -0,02, altura 0,11, diámetro 0,08 y coeficiente de esbeltez 0,08) ni con el porcentaje de pies puntisecos (coeficientes de correlación: altitud 0,04, pendiente -0,06, altura 0,03, diámetro 0,06 y coeficiente de esbeltez -0,01).

DISCUSIÓN

El ataque causado por el hongo *S. sapinea* afectó a una vasta superficie en el área de la provincia de Bizkaia. La intensidad del ataque no respondió a ninguna de las variables fisiográficas o dasométricas estudiadas. Los daños se distribuyeron de forma aleatoria según el recorrido de la tormenta y la fuerza de la granizada sobre la zona.

Comparando los datos obtenidos con ambos métodos se pudo observar que la superficie afectada por *S. sapinea* utilizando el método sistemático fue aproximadamente el doble que la obtenida por el de rodales. Con este último método se obtuvo una mayor superficie con un grado bajo de daño, mientras que con el método sistemático la zona considerada más grave fue mayor. Esto se debe a que, aunque el método de rodales delimita bien zonas dañadas, no contempla aquellas que pueden resultar más inaccesibles o que simplemente parecen estar sanas, pero no lo están. Las zonas consideradas como sin daños abarcaron mayor superficie pudiendo haber englobado zonas que sí estaban dañadas y no se contemplaban como tal, al tener una unidad de muestreo más grande que la sistemática en muchas ocasiones. No obstante,

este método posee como ventajas su rapidez y facilidad de realización. Sin embargo, hay que tener en cuenta que con este “sistema” de evaluación quedarán zonas por determinar que, por su situación o apariencia parezcan no afectadas. El método sistemático debería ser utilizado para un muestreo en detalle y más acercado a la realidad. Así el número de parcelas se deberá de ajustar con la precisión que se necesite.

En ocasiones se ha visto que si el ataque no ha sido grave, el árbol puede seguir viviendo y los daños producidos por la enfermedad disminuyen en el año siguiente si las condiciones climáticas de la estación estival se muestran más secas (Azurmendi, 1999). Es posible que puedan mejorar estas condiciones ambientales si se varía el microclima del pinar mediante un aclareo del mismo, lo que reduciría la humedad y la temperatura perjudicando el crecimiento del hongo (Roberts, 1997). Las masas con una calificación leve no precisaron de intervención urgente ya que ataques previos en la zona confirman que adquirirán un aspecto normal en breve plazo (Diputación Foral de Bizkaia, 1996b). Sobre aquellas masas que tuvieron una virulencia media, dado el significativo porcentaje de árboles afectados, convendría una actuación inmediata consistente en claras o clareos (de pendiendo de la edad de la masa de la que se trate) en las que se señalarían los pies afectados. Las repoblaciones no precisan ningún tratamiento especial, pues se ha observado que se recuperan sin tratamiento alguno (Diputación Foral de Bizkaia, 1996b). En las masas que presentan un ataque grave o muy grave, una clara no sanearía la totalidad del rodal afectado, puesto que persistiría un número significativo de pies sin guía, por lo que se recomienda su corta a hecho,

o sea, un tratamiento selvícola por el que se eliminan todos los árboles para su aprovechamiento (en el caso del *Pinus radiata* en el País Vasco se regenera la zona tras la corta a hecho por plantación, dada su difícil regeneración por semilla.

Según la edad del arbolado y en función de experiencias de años anteriores, el estado de repoblación y monte bravo con graves daños tendrá previsiblemente una mortalidad que puede considerarse total por lo que será necesario realizar una nueva repoblación. En masas de repoblación y monte bravo con daños medios, la mortandad sería baja. En el estado de repoblación puede llevarse a cabo una reposición de pies muertos. En el caso de monte bravo deberían apearse los pies muertos. No obstante, probablemente se producirá una sustitución de la guía por una o varias ramas del verticilo vivo. Dada la escasa altura a la que se puede producir la bifurcación, podría llevarse a cabo la corta de las guías secundarias que hayan podido desarrollarse (Iturrutxa, 1999).

Para el latizal con graves daños, no se prevé una mortandad generalizada. Sin embargo, sería necesario saber cómo va a evolucionar la masa para planificar las actuaciones. En el caso de que el avance de la desecación de la guía se detenga, lo más probable es que una de las ramas del último verticilo sustituya a la principal, dando origen a un fuste curvado (Chou, 1978). Además, es posible que el efecto de fuertes vientos rompa el fuste por este punto. Si son dos o varias ramas las que sustituyen a la guía se producirán fustes ahorquillados que en el momento de la corta final producirían un tronco de grosor adecuado y longitud recortada, correspondientes a tramos de fuste bifurcados. Para el caso de latizal con daños medios, resulta previsible la eliminación de los pies más afectados en las sucesivas claras mediante el señalamiento para corta de la totalidad o gran parte de los pies puntisecos.

Para el fustal joven con graves daños, si la enfermedad no progresa puede llegar a obtenerse un fuste maderable de parecidas dimensiones a la que se obtendría en un pie sano; sólo se perdería parte de la madera de apea. Es previsible que antes de la corta puedan llevarse a cabo una o dos claras que mejorarían el estado fitosanitario de la

masa. No obstante, sería necesario comprobar que el progreso de la desecación de la guía queda paralizado, que el crecimiento volumétrico del árbol es aceptable una vez controlada la enfermedad, o que no se extienda el azulado por la zona maderable, ya que el valor de la madera en su corta final disminuiría considerablemente por esta causa. Para el fustal joven con daños medios convendrá realizar en el menor plazo posible un aclareo de los pies puntisecos, procurando no dejar grandes claros en el rodal.

Por último, aquellos fustales adultos con daños graves o medios habrá que realizar una corta inmediatamente.

De acuerdo con los datos obtenidos, la superficie de pinar en la que se ha producido pérdidas de rendimiento por defoliación parcial en la masa (ataque leve) fue de unas 3000 ha. Aproximadamente unas 1900 ha, aparte de la pérdida de rendimiento, se encontraron con un número apreciable de pies puntisecos con lo que la pérdida de guía supone. Por último, se encontraron aproximadamente 3500 ha con una gran cantidad de pies puntisecos. Según esto deberían cortarse por daños graves o muy graves un total de 2.193.585 pies, de los cuales el mayor número correspondería a repoblado y monte bravo y a fustal joven.

Resulta de gran importancia el seguimiento de la evolución de este tipo de ataques para poder decidir en un futuro sobre el manejo más apropiado a adoptar.

CONCLUSIONES

Se han evaluado dos metodologías útiles para la valoración de los daños causados por *Sphaeropsis sapinea* sobre las masas de *Pinus radiata*, que son fácilmente aplicables a otros patógenos y matrices forestales.

El método de evaluación por rodales puede ser útil cuando son necesarias rapidez y economía, pero la metodología sistemática es la que permite adecuar la precisión y el grado de detalle requerido.

Según está última metodología se encontró que *Sphaeropsis sapinea* afectó a 8400 ha de repoblado de *Pinus radiata*, de las cuales las tres cuartas partes correspondieron a fustal joven y fustal adulto dentro del área estudiada.

AGRADECIMIENTO

A la Dirección General de Montes y Espacios Naturales de la Diputación Foral de Bizkaia, a Francisco Puig y Gerardo García la ayuda en la realización de los muestreos.

LITERATURA CITADA

1. Azurmendi, F. 1999. ¿Pinos secos?. Euskadi Forestal 57: 28-29.
2. Butin, H. 1995. Tree diseases and disorders. Oxford University Press. Oxford
3. Cedeño, L., C. Carrero, W. Franco y A. Torres Lezama. 2001. *Sphaeropsis sapinea* asociado con quema del cogollo, muerte regresiva y cáncer en troncos, ramas y raíces del pino Caribe en Venezuela. Interciencia 26(5): 210-214.
4. Chou, C. 1978. Penetration of young stems of *Pinus radiata* by *Diplodia pinea*. Physiological Plant Pathology 12: 189-192
5. Chou, C. 1987. Crown wilt of *Pinus radiata* associated with *Diplodia pinea* infection of woody stems. Eur. J. For. Path. 17: 398-411.
6. Chou, C. y M. MacKenzie. 1988. Effect of pruning intensity and season on *Diplodia pinea* infection of *Pinus radiata* stem through pruning wounds. Eur. J. For. Path. 18: 437-444.
7. Diputación Foral de Bizkaia 1996a. Informe sobre la valoración de la incidencia de *Diplodia pinea* en Bizkaia. Diputación Foral de Bizkaia. Bilbao, España. 2 p.
8. Diputación Foral de Bizkaia. 1996b. Informe sobre los efectos de la intensidad de poda y la estación de poda en la infección por *Diplodia pinea* en troncos de *Pinus radiata* a través de heridas de poda. Diputación Foral de Bizkaia. Bilbao, España. 6 p.
9. Gallenberg, D. y T. Chase. 1996. *Diplodia* shoot blight of pines. U.S. Département of Agriculture, South Dakota State University. Webedit <http://www.abs.sdstate.edu/hort/diplodia.ht> (Consulta de octubre 1999).
10. Iturritxa, E. 1999. Efecto de la época de poda de *Pinus radiata* en la infección por parte del hongo patógeno *Sphaeropsis sapinea*. Bizkaia. Diputación Foral de Bizkaia. España.
11. Madrid, M. 1993. *Diplodia pinea*, una enfermedad del pino insignis. Euskadi Forestal 33: 25-27.
12. Madrigal, A., J. Álvarez, R. Rodríguez y A. Rojo. 1999. Tablas de producción para los montes españoles. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid. 253 p.
13. Montoya, R. y M. López-Arias. 1998. La red Europea de seguimiento de daños en los bosques (Nivel 1) 87-96. Publicaciones del O. A. Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 557 p.
14. Nameth, S. y J. Chatfield. 1996. *Diplodia* tip blight of Australian, Red and Scotch Pine. Plant Pathology, Columbus. <http://www.ag.ohio-state.edu/ohioline/hy-gfact/3000/3041.html> (consulta de octubre 1999).
15. Palmer, A. 1992. How to identify and control *Diplodia* shoot blight, collar rot and canker of conifers. University of Minnesota. Forest Service, Department of Agriculture. http://www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/howtos/ht_conifers/ht_conifers.htm (consulta de octubre 1999).
16. Pecknold, C. 1993. *Diplodia* Tip Blight of Pines. Cooperative Extension Service. Purdue University. West Lafayette. <http://www.agcom.purdue.edu/AgCom/Pubs/BP/BP-24.html> (consulta de octubre 1999).
17. Phillips, D. y D. Burdekin. 1992. Diseases of Forest and Ornamental trees. Mc Millan Press. Hong Kong.
18. Roberts, D. 1997. Management of *Diplodia* tip blight of pines. Plant and Pest Diagnostic

- Clinic. <http://www.Msue.msu.edu/msue/imp/modc1/04199603.html> (consulta de octubre 1999).
19. DGCONA. 1996. Segundo Inventario Forestal Nacional (1986-95). Dirección General para la Conservación de la Naturaleza (DGCONA). Ministerio de Medio Ambiente. 260 p.
20. Stanosz, G. 1997. *Sphaeropsis* shoot blight and canker. In: Hansen E. y K. Lewis (eds.). Compendium of Conifer Diseases. The American Phytopathological Society. St. Paul. Minn. pp. 42-43.
21. Swart, J. y M. Wingfield. 1991. Biology and control of *Sphaeropsis sapinea* on *Pinus* species in South Africa. *Plant Disease* 75: 761-766.
22. Wingfield, M. 1980. Association of *Diplodia pinea* with root disease of pines in South Africa. *Plant Disease* 64: 221-223.