

SEGUIMIENTO DE DAÑOS EN ACÍCULAS DE *PINUS HALEPENSIS* EN LOCALIDADES DE TERUEL Y CASTELLÓN (ESPAÑA)

VICENT CALATAYUD¹, MARÍA DEL CARMEN MUÑOZ², RODOLFO HERNÁNDEZ³, MARÍA JOSÉ SANZ⁴,
VICTORIANO PÉREZ-FORTEA³, CARLOS SOLDEVILLA², GERARDO SÁNCHEZ⁴

RESUMEN

Se realiza un seguimiento en tres parcelas de pino carrasco (*Pinus halepensis*) desde 1996 a 1998. En los tres años de este estudio, la retención de las acículas tenía una evolución similar a lo largo del año, produciéndose la mayor pérdida de acículas hacia el verano. Las retenciones eran muy diferentes en las tres localidades: la localidad control presentaba más metidas con hojas que las del Valle del Mijares. En las hojas de los pinos de este valle, se detectó la presencia de un moteado clorótico, que no ha podido ser atribuido ni a insectos (incluidos ácaros) ni a hongos, y que presumiblemente ha estado producido por el ozono. Se aportan detalles sobre la evolución anual de la abundancia de cuerpos fructíferos de *Thyriopsis halepensis* y se mencionan otros hongos detectados.

Palabras clave: Mediterráneo, *Pinus halepensis*, *Thyriopsis halepensis*, contaminación atmosférica, ozono.

SUMMARY

Three plots of Aleppo pine (*Pinus halepensis*) were monitored since 1996 to 1998. During the three years of this study, needle retention showed a similar annual pattern, the higher loss of needles being in summer. Needle retention was very different in the three studied plots: the control locality retained more whorls of needles than the plots in the Mijares Valley. In needles of pines from this valley, chlorotic mottle was also detected. This symptom could not be related to insects (including mites) nor fungi, and it is presumably caused by ozone. Details on the annual variation in the presence of ascomata of *Thyriopsis halepensis* are given, and other detected fungi are mentioned as well.

Key words: Mediterranean, *Pinus halepensis*, *Thyriopsis halepensis*, air pollution, ozone.

¹ Fundación CEAM, Parque Tecnológico, c/ Charles R. Darwin 14, 46980 Paterna, Valencia.

² Cátedra de Patología Forestal, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

³ Laboratorio de Sanidad Forestal, Departamento de Medio Ambiente, Diputación General de Aragón, c/ Agustín Planas Sancho 10, 44400 Mora de Rubielos, Teruel.

⁴ SPCAN-DGCN, Gran Vía de San Francisco 4, 28005, Madrid.

Recibido: 13/07/00.

Aceptado: 01/09/00.

INTRODUCCIÓN

Las copas de pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.) presentan un alto grado de transparencia en muchas localidades del este de España, en relación con una baja retención de las acículas. En estas bajas retenciones influyen tanto factores abióticos como bióticos. La disponibilidad de agua o el tipo de suelo condicionan en gran medida el estado de los árboles. También son importantes otros factores, como el ataque por insectos o por hongos defoliadores, en particular *Thyriopsis halepensis* (COOKE) Theiss & Syd. y *Sirococcus confusus* (DC) P. Cannon & Minther. Recientemente, se ha argumentado que otro tipo de estrés debido a contaminantes atmosféricos podría estar actuando, dado que en algunos valles del E. de España el ozono alcanza niveles que exceden las directivas de la UE para el nivel umbral de protección de la vegetación de $64 \mu\text{mg}/\text{m}^3$, promedio de 24 h (Directiva EU92172, Real Decreto 1494/95) y que el pino carrasco es sensible a este contaminante (KÁRELAMPY, 1987; GIMENO *et al.*, 1992).

En el presente estudio, se presentan los resultados de un seguimiento, llevado a cabo durante casi tres años, de diversos tipos de daño en acículas de pino

carrasco, con la finalidad de caracterizar su época de aparición y evolución posterior. Se pretende con ello identificar los agentes causantes de los diferentes daños observados y valorar su incidencia en árboles adultos bajo condiciones naturales. Para ello, se establecieron tres localidades, dos de ellas en el valle del Mijares, Cirat (Castellón) y Rubielos de Mora (Teruel), y otra en una zona interior cuya cuenca discurre en dirección opuesta, en el valle del Jiloca, concretamente en Luco de Jiloca (Teruel). En el valle del Mijares se alcanzan valores altos de ozono (MILLÁN *et al.*, 1992; MILLÁN *et al.* 2000), mientras que la tercera localidad se seleccionó como control, en un área lejos de las recirculaciones costeras y alejada de los grandes núcleos urbanos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para este estudio, se establecieron tres puntos en zonas diferentes (figura 1): 1. Comunidad Valenciana, prov. Castellón, Cirat, U.T.M. 30TYK1636. 2. Aragón, prov. Teruel, Rubielos de Mora, U.T.M. 30TXK9546. 3. Aragón, prov. Teruel, Luco de Jiloca, U.T.M. 30TXL4337.

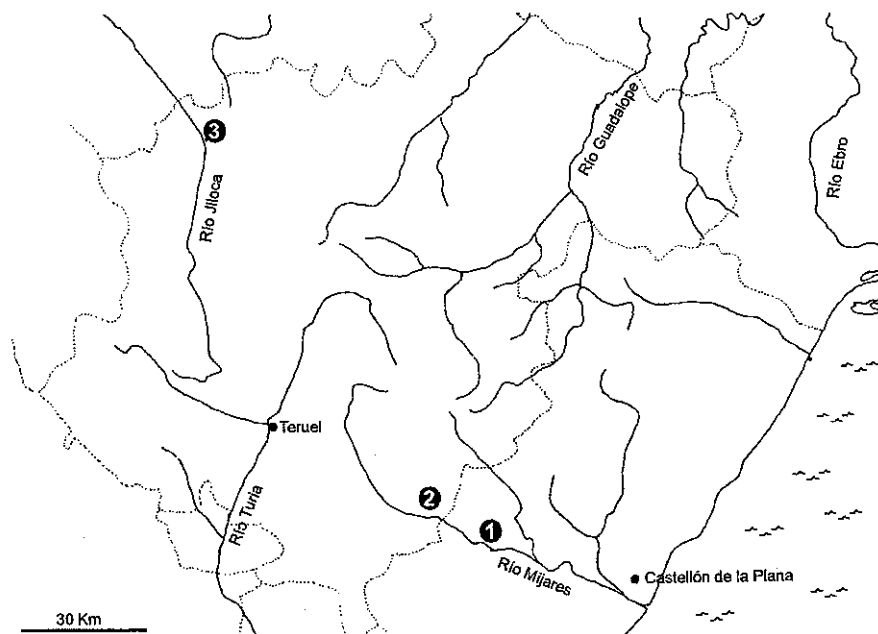


Fig. 1. Localización de las 3 parcelas estudiadas. [Location of the 3 plots studied.]

Para cada uno de estos puntos, se seleccionaron y numeraron 10 árboles dominantes o codominantes. En la localidad de Cirat, sin embargo, entre octubre y diciembre de 1996, sólo se evaluaron siete árboles ya que tres de los árboles marcados originalmente fueron cortados; en enero de 1997, estos tres árboles se reemplazaron por otros tres. De cada árbol se recolectaron cuatro pequeñas ramas, entre las situadas en la zona media exterior de la copa y orientadas al N, S, E y W, cada dos meses, desde abril de 1996 hasta diciembre de 1998. Para cada medida de estas ramas se evaluaron los daños causados por insectos, diferentes tipos de manchas y bandas, las hojas afectadas por *Thyriopsis halepensis* (presencia de ascocarpos) y el moteado clorótico basándonos en las siguientes clases: 0 = ausencia de daños; 1 = presencia de daños con pocas acículas afectadas; 3 = abundancia de daños con la mayoría de las acículas afectadas; 2 = una situación intermedia entre 2 y 3. Sin embargo, en este artículo se ha considerado únicamente la presencia o la ausencia de daños para elaborar las gráficas. Los cálculos se han realizado basándonos en los valores de estos parámetros para cada una de las hasta 40 medidas evaluadas por localidad, muestreo y año de acículas (=10 árboles x 4 ramas, pero frecuentemente este número es menor ya que las medidas más viejas pierden las acículas). Desde abril de 1996 hasta diciembre de 1997 en Cirat se evaluó la retención

de acículas en cada una de las medidas, como porcentaje de acículas presentes en cada muestreo respecto a las totales (presentes + marcas de acículas caídas). En 1998, la evolución de la retención de las acículas se realizó ya en las tres parcelas, pero en este caso contando el número de parejas de acículas presentes en cada medida. Para un año determinado, se considera como 1.ª medida, el crecimiento en curso; como 2.ª, el crecimiento del año anterior; como 3.ª, la correspondiente al crecimiento que ocurrió dos años antes del año en curso, etc. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa SPSS for Windows (SPSS Inc.). Dado que no se encontraron diferencias significativas en función de la orientación en el árbol para los parámetros considerados, la orientación no se ha tenido en cuenta en los análisis estadísticos.

RESULTADOS

Retención de acículas

La retención de hojas en las medidas se siguió desde abril de 1996 hasta diciembre de 1997 en Cirat. En 1998, se incorporaron a este tipo de seguimiento las parcelas de Rubielos de Mora y Luco, aunque con otra metodología (ver material y métodos). Tanto en 1996 como en 1997 (tabla 1 y figura 2), los árboles perdieron la mayoría de las acículas de la tercera medida, entre junio y agosto,

TABLA 1
 MEDIAS Y DESVIACIONES TÍPICAS DEL PORCENTAJE DE RETENCIÓN DE ACÍCULAS EN LAS DIFERENTES MEDIDAS EVALUADAS DURANTE LOS AÑOS 1996 Y 1997 EN LA LOCALIDAD DE CIRAT.
 [AVERAGES AND STANDARD DEVIATIONS OF THE NEEDLE RETENTION PERCENTAGES FOR THE DIFFERENT WHORLS OF NEEDLES ASSESSED IN 1996 AND 1997 IN CIRAT.]

	medida-97		medida-96		medida-95		medida-94	
	media	desv.	media	desv.	media	desv.	media	desv.
abril 96					96,0	10,3	72,0	30,7
junio 96			100,0	0,0	98,9	3,1	53,9	35,4
agosto 96			96,5	16,9	87,6	20,1	0,0	0,0
octubre 96			98,9	3,4	93,6	7,2	3,6	18,9
diciembre 96			98,0	5,0	93,9	9,5	0,5	2,1
febrero 97			95,0	22,0	87,6	22,0	1,0	3,0
abril 97			98,5	4,4	91,8	11,0	0,0	0,0
junio 97	100,0	0,0	98,8	4,0	20,0	28,7	0,0	0,0
agosto 97	100,0	0,0	94,8	15,9	20,0	0,0	0,0	0,0
octubre 97	100,0	0,0	89,6	22,1	0,0	0,0	0,0	0,0
diciembre 97	100,0	0,0	88,5	22,0	0,0	0,0	0,0	0,0

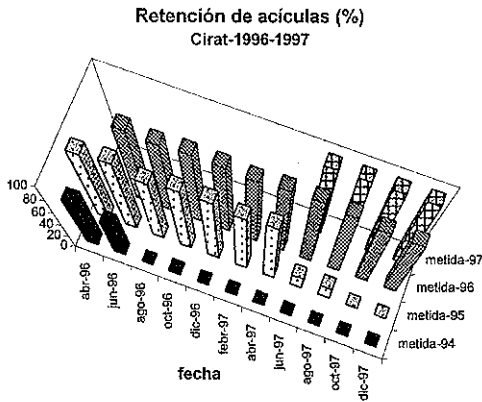


Fig. 2. Porcentaje medio de retención de acículas en Cirat en 1996 y 1997. [Average percentage of needle retention in Cirat, in 1996 and 1997.]

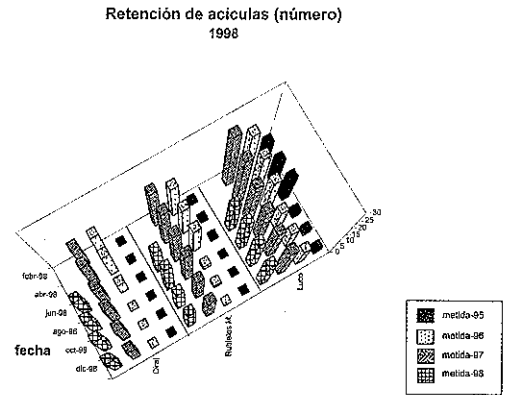


Fig. 3. Número medio de acículas retenidas en las 3 localidades consideradas, en 1998. [Average number of needle retention in the 3 plots, in 1998.]

a la vez que las hojas del año en curso se desarrollaban. Por lo que respecta a los datos de 1998 (tabla 2 y figura 3), en Cirat y Rubielos de M. se observa

una evolución anual similar a la descrita. La mayor pérdida de acículas se produce hacia el verano, cuando gran parte de la 3.ª metida de acículas cae.

TABLA 2

MEDIAS Y DESVIACIONES TÍPICAS DEL NÚMERO DE ACÍCULAS RETENIDAS POR METIDA EN 1998 PARA LAS 3 LOCALIDAD CONSIDERADAS.
[AVERAGES AND STANDARD DEVIATIONS OF THE NUMBER OF NEEDLES RETAINED PER WHORL OF NEEDLES ASSESSED IN THE 3 PLOTS, IN 1998]

Cirat								
metida-98		metida-97		metida-96		metida-95		
media	desv.	media	desv.	media	desv.	media	desv.	
febrero 98		15,3	4,9	15,8	5,3	0,0	0,0	
abril 98		17,3	6,5	16,1	5,2	0,3	1,9	
junio 98	14,9	5,6	16,0	4,9	8,1	6,9	0,0	0,0
agosto 98	15,4	8,2	16,7	8,4	0,1	0,5	0,0	0,0
octubre 98	18,1	4,7	16,6	5,9	0,2	0,5	0,0	0,0
diciembre 98	17,3	5,1	15,7	6,6	0,4	1,4	0,0	0,0
Rubielos M.								
febrero 98		21,6	7,3	17,6	7,3	1,2	2,4	
abril 98		21,8	9,2	16,7	7,5	1,4	3,5	
junio 98	17,5	7,6	20,9	7,0	16,0	6,4	1,2	3,4
agosto 98	20,5	9,4	21,7	1,2	2,7	5,3	0,0	0,0
octubre 98	16,7	4,8	17,6	5,3	2,1	3,4	0,0	0,0
diciembre 98	17,4	6,1	17,2	6,2	0,1	0,5	0,0	0,0
Luco								
febrero 98		26,4	11,7	21,4	10,6	11,9	9,9	
abril 98		24,7	10,8	20,1	7,7	12,5	12,1	
junio 98	17,0	7,9	21,7	8,3	17,5	6,3	13,3	7,9
agosto 98	18,8	6,4	19,0	6,2	11,1	7,0	3,3	4,9
octubre 98	18,6	6,5	18,0	5,7	9,9	6,7	3,2	5,7
diciembre 98	17,7	4,1	19,1	5,3	10,9	7,0	3,1	5,6

En estas localidades, únicamente se presentan dos metidas con abundantes acículas a lo largo del año, excepto hacia junio, cuando la metida del año en curso ya se contabiliza por estar las hojas bastante desarrolladas, pero aún no han caído las acículas de la 3.ª metida. En la parcela más interior, Luco, la retención es mucho mayor, existiendo a lo largo del año de tres a cuatro metidas de hojas. Como en el caso anterior, la pérdida de hojas más importante se produce hacia el verano.

Moteado clorótico

El moteado clorótico (MC) se detectó en todas las metidas de acículas excepto en la primera de ellas. Este moteado presenta la forma de punteaduras amarillas de borde difuso, y es similar al que presentan otros pinos de California (RICHARDS *et al.*, 1968; MILLER *et al.*, 1969; JACOBSON & HILL, 1970; MUIR & ARMENTANO, 1988), habiéndose relacionado con el efecto de los fotooxidantes (NAVEH *et al.*, 1980; KARELAMPI, 1987; GIMENO *et al.*, 1992; VELISSARIOU *et al.*, 1992; GARREC, 1994; SANZ & MILLÁN, 1997; SANZ *et al.* 2000). En general, cuando más viejas eran las acículas, mayor MC presentaban. Estos daños aparecían claramente por primera vez al principio del verano (figuras 4 y 5), cuando las acículas tenían aproximadamente un año, a la vez que la nueva metida de hojas se estaba desarrollando. Por el contrario, las bandas y las punteaduras no presentaban este patrón temporal. Una vez aparecía el síntoma, su intensidad para cada metida variaba a lo largo del año. Esta variación no sigue el mismo patrón en las diferentes localidades y este comportamiento podría estar relacionado con cambios en el contenido en clorofilas de las acículas (INCLAN *et al.* 1993). El amarilleamiento de éstas hace difícil la observación del MC y, al enmascararlo, el resultado de la evaluación puede ser más bajo. Por tanto, la intensidad del MC dependerá del periodo del año en que se lleve a cabo la evaluación y de las condiciones climáticas particulares de cada sitio. Por lo que respecta a su distribución espacial, el moteado se detectó en las dos localidades del valle del Mijares, pero se presentaba rara vez en la localidad control (Luco, figura 6).

Algunos ácaros fitófagos (*Oligonychus* sp.) producen una sintomatología semejante al MC causado

por el ozono. Sin embargo, las manchas cloróticas están mejor delimitadas que en el caso del ozono y presentan el margen recortado.

Hongos

Tanto por observación directa de cuerpos de fructificación específicos, como por siembras en medios de cultivo agarizados, se han identificado los

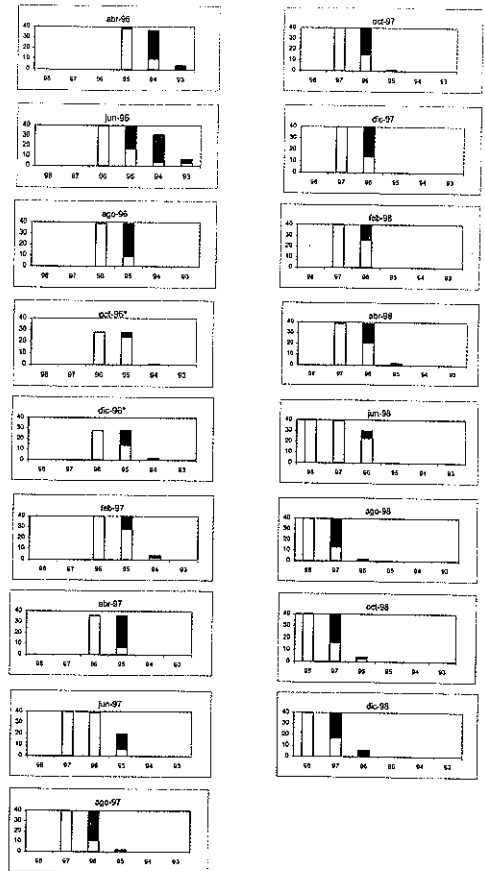


Fig. 4. Evolución a lo largo de los muestreos del número de metidas de acículas afectadas por moteado clorótico (porción de cada barra de color negro) y no afectadas (porción de cada barra en blanco) en la localidad de Cirat. Las abscisas representan el año de nacimiento de las acículas evaluadas. (*sólo se evaluaron 7 árboles). [Evolution through the different sampling times of the number of whorls of needles affected by chlorotic mottle (portion of each bar in black) and not affected (portion of each bar in white) in Cirat. The x axes represent the year when the assessed needles were born (*only 7 trees assessed).]

siguientes micetes, asociados con las diferentes alteraciones presentes en el material analizado a lo largo del estudio y en acículas de distinta edad.

Helicomycetes Link
Hormonema dematoides Lagerber & Helm
Penicillium Link
Phoma Sacc.

1. Medios de cultivo

Alternaria alternata (Fr.: Fr.) Keissi
Aspergillus niger Tiegh
Aureobasidium pullulans (De Bary) Arnaud
Cladosporium herbarum (Pers.) Link

2. Observación directa

Leptostroma pinastri Desm.
Rhizosphaera kalkhoffii Bubak
Thyriopsis halepensis (Cooke) Theiss & Syd.

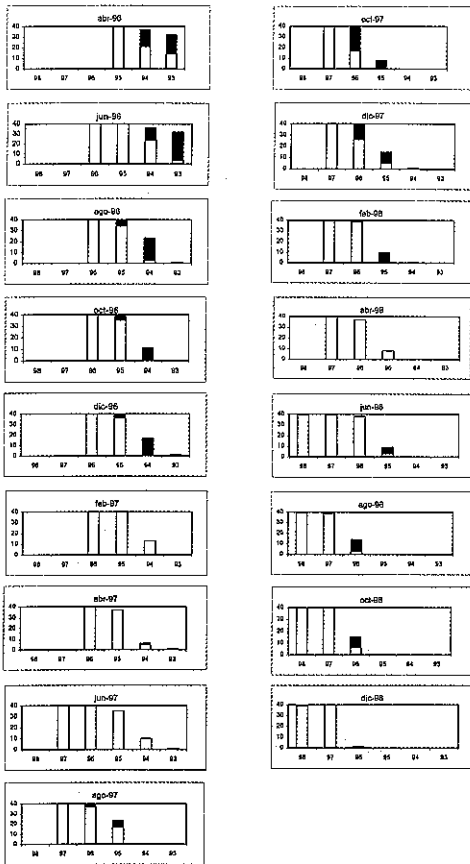


Fig. 5. Evolución a lo largo de los muestreos del número de metidas de acículas afectadas por moteado clorótico (porción de cada barra de color negro) y no afectadas (porción de cada barra en blanco) en la localidad de Rubielos de Mora. Las abscisas representan el año de nacimiento de las acículas evaluadas. [Evolution through the different sampling times of the number of whorls of needles affected by chlorotic mottle (portion of each bar in black) and not affected (portion of each bar in white) in Rubielos de Mora. The x axes represent the year when the assessed needles were born.]

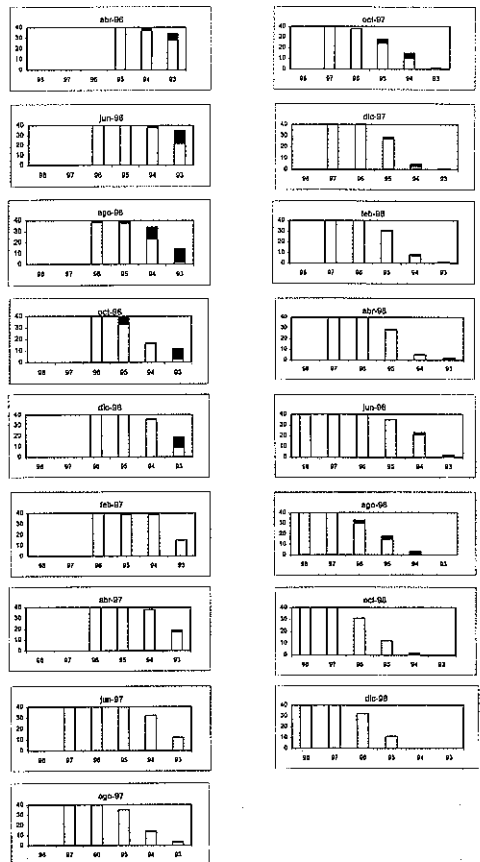


Fig. 6. Evolución a lo largo de los muestreos del número de metidas de acículas afectadas por moteado clorótico (porción de cada barra de color negro) y no afectadas (porción de cada barra en blanco) en la localidad de Luco del Jiloca. Las abscisas representan el año de nacimiento de las acículas evaluadas. [Evolution through the different sampling times of the number of whorls of needles affected by chlorotic mottle (portion of each bar in black) and not affected (portion of each bar in white) in Luco del Jiloca. The x axes represent the year when the assessed needles were born.]

El primer grupo de hongos, está integrado por especies pleófitas, muy frecuentes en general sobre cualquier material vegetal en distintos grados de alteración y por lo tanto con un comportamiento típicamente saprofítico. Su colonias se obtienen con facilidad de cada una de las diferentes alteraciones que se han podido tipificar a lo largo de este estudio: bandas amarillas con y sin resina, bandas necróticas, ápices amarillos, lunares amarillos etc. Estas lesiones, a veces son muy frecuentes en acículas de más de un año de edad. Cabe mencionar, que en las acículas del año en curso, se pueden observar también «lunares amarillos» donde se aísla preferentemente *Hormonema dematoides* y *Helicomyces*. Estas especies se han identificado en todas las parcelas de estudio.

Con relación a las especies identificadas mediante la presencia de sus cuerpos de fructificación hemos de decir que, de acuerdo con la bibliografía consultada (BUTIN, 1995; GLAVAS, 1983) todas ellas están asociadas con la muerte precoz de las acículas de los pinos, y sí bien, la frecuencia de *Rhizosphaera kalkhoffii* (Luco y Rubielos) y *Leptostroma pinastri* (Cirat, Luco y Rubielos) ha sido muy escasa, no es así en el caso de *Thyriopsis halepensis*, por lo que creemos merece un comentario aparte.

Thyriopsis halepensis es un hongo *Ascomycotina*, del orden *Dothideales*, caracterizado e identificado fácilmente por la disposición frecuentemente en círculo de sus ascocarpos, rodeando una mancha necrótica característica, aunque no es ésta la única forma en que se presenta. Estos cuerpos fructíferos (tiriotecios), en número variable por «corro», son superficiales y de color negro brillante, maduran durante el otoño formando en su interior ascas bitunicadas globosas de 22,5-25 micras de longitud por 15-17 micras de anchura, que a su vez producen ascósporas hialinas, bicelulares de 15-20 micras de longitud por 7,5-10 micras de anchura (MUÑOZ, 1988). Las ascósporas, al liberarse durante períodos húmedos, son las responsables de las infecciones anuales. Estas infecciones pueden producirse a partir del primer otoño de vida de las acículas, pero las alteraciones y signos indicativos de este proceso parece (tal y como ocurre en la mayoría de las especies fúngicas que atacan a las acículas de los pinos) que al menos tar-

dan un año más en presentarse. Los caracteres de identificación del hongo por lo tanto no son observables en las acículas de la última metida.

Thyriopsis halepensis se identificó por primera vez en 1884, con el nombre *Aulographum acicola* sobre acículas vivas de *Pinus sabiniana* en California. (OUELLETTE, 1966). La literatura científica sobre este hongo, a pesar de su singularidad, es muy escasa, siendo de obligada referencia la cita de BIRAGUI (1955), sobre la localización del hongo en *Pinus halepensis* y *Pinus pinea* en Italia y el trabajo de GLAVAS (1983) sobre las defoliaciones producidas por el hongo en pinares de estas dos últimas especies de Dalmacia. Otras especies hospedantes son *Pinus banksiana* y *Pinus sylvestris* (OUELLETTE, 1966).

En España BENITO MARTÍNEZ & TORRES JUAN (1965) lo citan como parásito epidémico por primera vez en 1965, igualmente sobre *P. halepensis* y *P. pinea*, no considerando sus daños de importancia. Sin embargo desde comienzos de la década de los 80 (MUÑOZ y RUPÉREZ, 1982) su presencia ha ido incrementándose en masas de distintas especies de pino (*Pinus canariensis*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster*, *Pinus pinea*), quedando aún hoy en día muchos aspectos sobre su comportamiento, síntomas primarios y biología en estos hospedantes por clarificar.

La incidencia de este hongo en las tres localidades fue muy diferente. Mientras que en las dos localidades del valle del Mijares (Cirat y Rubielos de M.), el hongo estaba presente todo el año, en Luco apenas se detectaron unos pocos ascocarpos (figuras 7-9). En Cirat y Rubielos de M., el hongo infectaba las acículas más viejas, y estaba siempre ausente de la primera metida de hojas. Tomando como ejemplo el año 1997, en los muestreos de primavera, los ascocarpos del hongo estaban restringidos a las acículas que brotaron dos años antes (en 1995) y, al final del verano, empezaron a aparecer en las acículas del año anterior (1996). Tanto en Rubielos de M., como más marcadamente en Cirat, muchas acículas de la 3.ª metida (las que brotaron dos años antes, en 1995) se cayeron antes del verano, y la infección de las acículas de la segunda metida (las que brotaron en 1996) se produjo en otoño, por lo que en vera-

no se observó una disminución del número de asocarpas presentes. Este patrón se cumple también en 1996 y 1998. Por tanto, el resultado de la valoración de las acículas afectadas por este hongo, como en el caso anterior, depende fuertemente del periodo del año en que se lleve a cabo el muestreo.

Daños por insectos chupadores

Durante este seguimiento también se evaluaron los daños producidos por insectos. Se realizó una tipificación de estos daños con el fin de separarlos del MC; por una parte se consideraron los insectos masticadores agrupando todos los que dejaban un rastro visible sobre las acículas al cortar o mutilar trozos de la misma, bajo

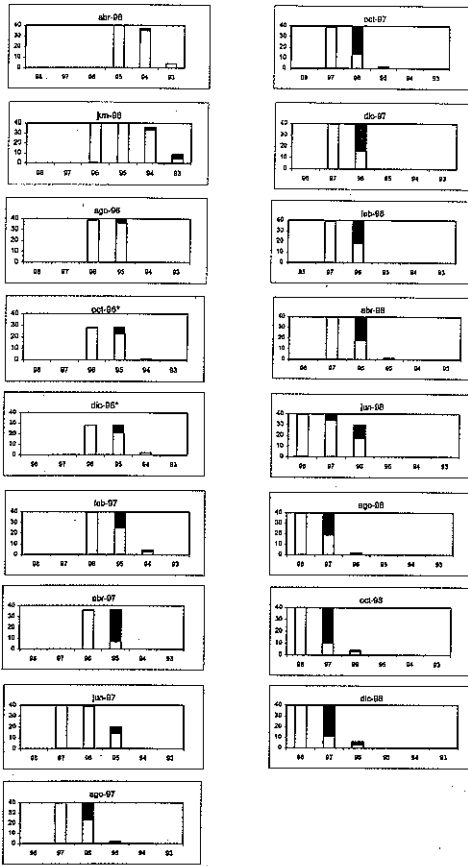


Fig. 7. Evolución a lo largo de los muestreos del número de meridas de acículas afectadas por *Thyriopsis halepensis* (porción de cada barra de color negro) y no afectadas (porción de cada barra en blanco) en la localidad de Cirat. Las abscisas representan el año de nacimiento de las acículas evaluadas. (*sólo se evaluaron 7 árboles). [Evolution through the different sampling times of the number of whorls of needles affected by *Thyriopsis halepensis* (portion of each bar in black) and not affected (portion of each bar in white) in Cirat. The x axes represent the year when the assessed needles were born. (*only 7 trees assessed).]

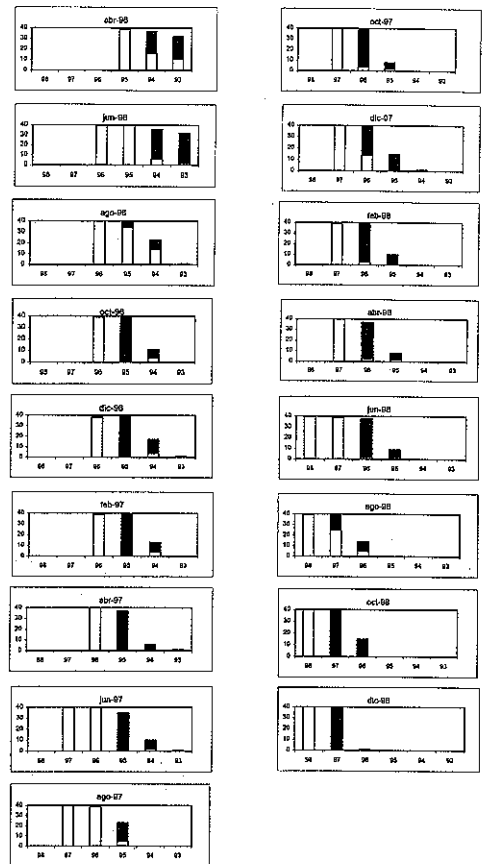


Fig. 8. Evolución a lo largo de los muestreos del número de meridas de acículas afectadas por *Thyriopsis halepensis* (porción de cada barra de color negro) y no afectadas (porción de cada barra en blanco) en la localidad de Rubielos de Mora. Las abscisas representan el año de nacimiento de las acículas evaluadas. [Evolution through the different sampling times of the number of whorls of needles affected by *Thyriopsis halepensis* (portion of each bar in black) and not affected (portion of each bar in white) in Rubielos de Mora. The x axes represent the year when the assessed needles were born.]

el epígrafe «mordeduras». Los signos que normalmente se encontraban en las acículas eran mordidas con forma de dientes de sierra, acanaladuras o simples escisiones, como son los clásicos daños de los imagos de Coleópteros Curculiónidos (*Brachyderes*, *Pachyrinus*), Crisomélidos (*Cryptocephalus*), Bupréstidos (*Phaenops*) y el de las larvas jóvenes de Himenópteros y Lepidópteros defoliadores (cuando están más desarrolla-

das no dejan rastros en las hojas al comérselas enteras).

Por otro lado están los insectos chupadores considerando como tales las larvas, ninfas o adultos, principalmente de Homópteros (Áfidos, Cercópodos, Cicadélidos, Aleiródidos, etc.). Estos insectos se alimentan inoculando saliva en la hoja por uno de los dos canales de su estilete a la vez que succionan una mezcla de savia junto con saliva a través del otro canal. El estilete es introducido normalmente a través de los estomas de las hojas, no dejando ningún rastro inmediato, pero dando lugar a puntos cloróticos que posteriormente pueden evolucionar a bandas (HERNÁNDEZ *et al.*, 1992). Son síntomas semejantes, en algunas fases, a los producidos por varios hongos (además, entre estos insectos, algunos pueden ser transmisores de virus). Esta tipología de daños se ha englobado, en una primera separación, bajo los epígrafes: «bandas pardo amarillentas», «bandas pardo amarillentas con resina», «puntos delimitados», «puntos delimitados con resina» y «chupaduras».

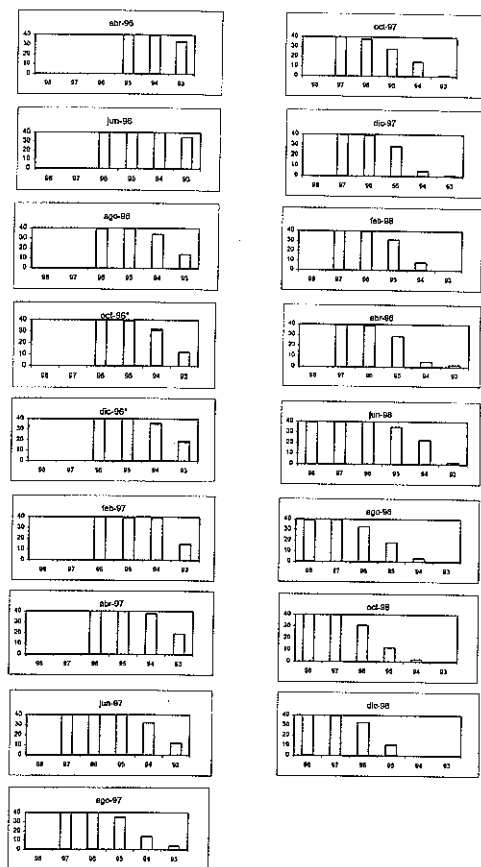


Fig. 9. Evolución a lo largo de los muestreos del número de medidas de acículas afectadas por *Thyriopsis halepensis* (porción de cada barra de color negro) y no afectadas (porción de cada barra en blanco) en la localidad de Luco del Jiloca. Las abscisas representan el año de nacimiento de las acículas evaluadas. [Evolution through the different sampling times of the number of whorls of needles affected by *Thyriopsis halepensis* (portion of each bar in black) and not affected (portion of each bar in white) in Luco del Jiloca. The x axes represent the year when the assessed needles were born.]

DISCUSIÓN

En el caso de los árboles examinados, ni la cantidad de MC ni la infección producida por hongos, ni los daños ocasionados por ácaros e insectos, explica la pérdida general de las acículas viejas a principio del verano. Esta caída de las acículas parece estar causada por un proceso fenológico de renovación de las mismas, que podría estar condicionado por la propia estación (suelo) y el clima (precipitación). La cantidad de ascocarpos, la intensidad del MC o los daños causados por los insectos no parecían suficientes como para producir una abscisión de las acículas tan general. Por el contrario, en otro estudio con la misma especie arbórea y mayor número de localidades llevado a cabo en el Este de España, tras un periodo severo de sequía que produjo debilidad de los árboles, los pinos con mayor nivel de MC mostraban una menor retención de las acículas (SANZ *et al.*, 2000). Aparentemente, ambos factores se superponen y su importancia relativa varía entre las diferentes localidades y años.

Los resultados que muestran valores más altos de MC en el valle del Mijares y su práctica ausencia en la localidad interior, están de acuerdo con la dinámica de los contaminantes atmosféricos documentada para el Este de España (MILLÁN *et al.*, 1992) y los datos recientes de la red de calidad del aire (MILLÁN *et al.*, 2000). Los datos de los monitores muestran que en varias

localidades los mayores valores diarios de ozono se presentan con la llegada de la brisa, canalizada a lo largo de los valles. En las zonas interiores, como es el caso de la localidad control, protegidas de la entrada de la brisa y alejadas de grandes núcleos de población o áreas industriales, son esperables valores más bajos en la concentraciones de ozono.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENITO MARTÍNEZ, J. & TORRES JUAN, J. 1965. *Enfermedades de las coníferas españolas*. Publ. IFIE n.º 88 Ministerio de Agricultura.
- BIRAGUI, A. 1955. Occurrence of *Thyriopsis halepensis* on Aleppo pine in Italy. *FAO Plant Prot. Bull.* 4(3): 38-40.
- BUTIN, H. 1995. *Tree Diseases and Disorders*. Oxford University Press. 252 pp.
- GARREC J.P. 1994. Le dépérissements littoraux d'abres forestiers. *Rev- Fr. Fr.* 46: 454-457.
- GIMENO, B.S., VELISSARIOU, D., BARNES, J.D., INCLÁN, R., PEÑA, J.M. & DAVISON, A. 1992. Daños visibles por ozono en acículas de *Pinus halepensis* Miller en Grecia y España. *Ecología* 6: 131-134.
- GLAVAS, M. 1983. The occurrence of *Thyriopsis halepensis* (Cooke) Theiss. & Syd. on needles of *Pinus pinea* and *P. halepensis*. *Zastita-Bilja*, 34(4): 513-518.
- HERNÁNDEZ ALONSO R., MARTÍN BERNAL E. & PÉREZ FORTEA V. 1992. *Haematoloma dorsatum* (Ahe-rens) en Aragón. *Ecología* n.º 6, pp. 335-340 y Láminas IV y V.
- INCLÁN R., ELVIRA S., GIL J.M., VELISSARIOU D., GIMENO B.S. & DAVISON A. 1993. Interacción entre la contaminación atmosférica y los factores ambientales en la fisiología del pino carrasco. Resultados preliminares. Congreso Nacional Forestal Español, Lourizán, Tomo III: 435-439.
- JACOBSON, J.S. & HILL, A.C. 1970. Recognition of air pollution injury to vegetation; a pictorial atlas. Informative report n.º 1. TR-7 Agricultural Committee. Air Pollution Control Association, Pittsburgh, Pennsylvania
- KÄRELAMPI, L. 1987. Visible symptoms and mesophyll cell structural responses to air pollution in two lowland pines (*Pinus radiata* and *P. halepensis*) in southern California. *Savonia* 9: 1-12.
- MILLÁN, M., MANTILLA, E., SALVADOR, R., CARRATALÁ, A., SANZ, M.J., ALONSO, L., GANGOITI, G. & NAVAZO, M. 2000. Ozone cycles in the western Mediterranean basin: interpretation of monitoring data in complex coastal terrain. *Journal of Applied Meteorology* 39(4): 487-508.
- MILLÁN, M.M., ARTIÑANO, B., ALONSO, L.A., CASTRO, M., FERNÁNDEZ-PARTIER, P. & GOBERNA, J. 1992. Meso-meteorological Cycles of Air Pollution in the Iberian Peninsula, (MECAPIP), Air Pollution Research Report 44, (EUR N_ 14834), European Commission DG XII/E-1, Rue de la Loi, 200, B-1040, Brussels.
- MILLER, P.R., PARMETER, J.R., FLICK, B.H. & MARTÍNEZ, C.W. 1969. Ozone dosage response of Ponderosa pine seedlings. *J. Air Pollution Control Association*, 19: 435-438.

- MUIR P.S. & ARMENTANO T.V. 1988. Evaluating oxidant injury to foliage of *Pinus ponderosa* a comparison of methods. *Can. J. For. Res.* 18: 498-505.
- MUÑOZ LÓPEZ, C. 1988. Principales micosis en acículas de pino en España. *Phytoma*. 3: 43-47.
- MUÑOZ, C. & RUPÉREZ, A. 1982. Un grave defoliador de pinos en España. *Bol. Serv. Def. Plagas e Insp. Fitop.* 8 (1): 97-98.
- NAVEH, Z., SETEINBERGER, E.H., CHAIM, S. & ROTMANN, A. 1980. Photochemical oxidants- A threat to Mediterranean forest and upland ecosystems. *Environ. Conservation* 7: 307-309.
- OUELLETTE, G.B. 1966. On *Thyriopsis halepensis* and its conidial stage. *Mycologia*, 58(2): 322-325.
- RICHARDS B.L., TAYLOR O.C. & EDMUNDS G.F. 1968. Ozone needle mottle of pine in southern California. *JAPCA*, 18(2): 73-77.
- SANZ, M.J. & MILLÁN, M. 1997. The dynamics of aged air masses and ozone in the western Mediterranean: relevance to forest ecosystems. *Chemosphere* 36(4-5): 1089-1094.
- SANZ, M.J., CALATAYUD, C. & CALVO, E. 2000. Spatial pattern of ozone injury in Aleppo pine related to air pollution dynamics in a coastal-mountain region of eastern Spain - Environmental pollution 108: 239-247.
- VELISSARIOU D., DAVISON A-W-, BANES J.D., PFIRRMANN T., MACLEAN D.C. & HOLEVAS C.D. 1992. Effects of air pollution on *Pinus halepensis* Mill.: pollution levels in Attica, Greece. *Atmospheric Environment*, 26A(3): 373-380.