

## Episodio epidémico complejo de evolución gradual en masas de pinos del monte de Sant Joan de Penyagolosa

Juan J. Tuset, C. Hinarejos, J.L. Mira y R. Hinarejos (Departamento de Protección Vegetal y Biotecnología. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). Moncada (Valencia)).  
E. Pérez-Laorga (Servicio de Prevención de Incendios y Sanidad Vegetal. Consellería de Territori i Habitatge. Generalitat Valenciana. Valencia).

El monte de Sant Joan de Penyagolosa es un macizo forestal con parajes agrestes y únicos de bosque de pinar mediterráneo. *Pinus sylvestris* y *P. nigra* son las especies dominantes si bien, desde hace algún tiempo, algunos rodales de esta masa forestal muestran un notable deterioro con un considerable número de árboles debilitados y muertos. Además de la implicación del suelo y clima, cambiantes en los muchos años de vida del pinar, la abundante presencia de la fanerógama hemiparásita *Viscum álbum* subsp. *austriacum* (muérdago) y de los hongos basidiomicetos causantes de la podredumbre de la madera *Heterobasidion annosum* y *Fomitopsis pinicola* son los principales factores que se detectan como determinantes de la grave patología. El desarrollo de ésta se corresponde con un episodio epidémico complejo de tipo lento que tiende a la destrucción del bosque de pinar sin la producción de periodos álgidos de enfermedad. Diferentes cuestiones sobre el comportamiento epidémico y las posibilidades de atenuación del mismo son tratadas en el texto.

### INTRODUCCIÓN

En el monte de Sant Joan de Penyagolosa, situado en el término municipal de Vistabella del Maestrazgo, provincia de Castellón, áreas importantes de pinar presentan claros llamativos donde se comprueba la falta de un gran número de pies como resultado de una acción patológica desplegada a través del tiempo. Numerosos pinos han desaparecido, otros permanecen en pie muertos y muchos tumbados en el suelo en espera de su completa destrucción.

Esta alarmante problemática mostrada por este pintoresco monte mediterráneo era ya conocida (PÉREZ-LAORGA *et al.* 2001), si bien su etiología no estaba del todo bien determinada y, por lo tanto, esclarecida. En la primavera y verano del año 2008 se programó la comprobación, tanto *in situ* como en el laboratorio, de las posibles causas de la misma realizada detenidamente y con profundidad. Los resultados obtenidos de las prospecciones y de la subsiguiente investigación emprendida, nos han permitido concretar mejor estas causas. Las explicaciones sobre el comportamiento de esta grave patología del pinar son recogidas en el presente trabajo.

### Orografía del monte

Monte de naturaleza calcárea perteneciente a la media-alta montaña, con pendientes bastante pronunciadas (entre el 6 y el 15%), con zonas con poco suelo útil, con umbrías y orientado hacia el norte. El rango de altitud está comprendido entre los 1.200 y los 1.600 metros, apareciendo

los mayores daños en la altitud de los 1.300-1.400 metros, principalmente en el paraje conocido como Barranco de La Pregunta.

### Condiciones climáticas

Son indicadas en la Tabla 1. En ésta se han recogido los conceptos y datos que mejor caracterizan

climatológicamente la zona estudiada desde el punto de vista fitopatológico.

### Especies de pinos

Dos son las especies mayoritarias y casi únicas en este monte: *Pinus sylvestris* L. y *P. nigra* Arnold. Son árboles de una edad superior a los 100 años

que por su espesura, generalmente en las umbrías, han alcanzado alturas de 12-17 metros, mostrando fustes esbeltos con diámetro variable entre 14-15 y 60-65 cm.

## Sintomatología observada

Visitar el monte de Sant Joan de Penyagolosa y, especialmente, la microreserva del Barranco de La Pegunta, resulta en la actualidad muy desalentador. Los pinos muestran un estado decadente muy avanzado y las copas de estos árboles son exiguas y ralas (Figura 2). Se contabilizan numerosos pies muertos o en progreso hacia este estado. Los árboles muertos permanecen de pie o los troncos se han roto a alturas variables entre 2 y 4 metros. También hay bastantes pinos arrancados enteros dejando ver sus raíces al aire. La mortandad de los pinos deja al descubierto claros de variable amplitud pero llamativos y, en el momento de las prospecciones, muy preocupantes (Figura 1). En estos claros, además de la pendiente del suelo, la falta de cubrición arbórea ha favorecido la erosión de éste que, en algunos puntos, es considerable. No se observa una regeneración de la masa del pinar y, como la pérdida de árboles es manifiesta, la viabilidad a largo plazo de esta importante masa arbórea mediterránea podría no estar asegurada del todo.

## Factores adversos o causales asociados

### a) No parasitarios

A pesar de la disposición del monte en ladera pronunciada, su orientación norte y las umbrías existentes han favorecido la producción de una masa forestal que, en general, tiene calidad vegetativa y una buena espesura en muchos enclaves del mismo. Las copas densas de estos árboles requieren suministros hídricos importantes para su mantenimiento. El suelo a través del tiempo en muchas áreas ha disminuido su profundidad y también su riqueza nutricional. La presencia de hierba cubriendo áreas extensas, los pequeños matorrales y las hojas (acículas) desprendidas, no es suficiente para mantener tasas normales de materia orgánica y de elementos minerales nutrientes. La compactación del suelo (en ello ha colaborado el número importante de excursionistas y visitantes que lo patean) producida por los elementos finos que lo componen (principalmente la arcilla), también es un factor a tener en cuenta. Todo ello da lugar a que los árboles no vegeten bien en algunos rodales.



Figura 1. Claro del pinar con pobreza de árboles.

Pluviometría media anual	700 -850 mm.
Temperatura media anual	8.6 - 9°C
Temperatura media mínima	-1.9-2.1 °C
Temperatura media máxima	14°C
Temperatura máxima absoluta	33 - 34°C
Temperatura mínima absoluta	-17, -19°C
Periodo seco	Variable (no ocurre todos los años). Últimamente se ha alargado durante el verano.
Heladas	Varias todos los años (generalmente en enero, febrero y marzo)
Las temperaturas máximas son en julio.	
Las lluvias son, generalmente, en otoño (octubre y noviembre).	
Tanto el invierno como el verano son estaciones secas.	
En general, es un clima propio de montaña suavizado por la cercanía del mar mediterráneo.	

Tomado de: Ordenación integrada del monte Sant Joan de Penyagolosa. Tomo I: Inventario. Dirección General de Gestión del Medio Natural. Generalitat Valenciana. 2006.

Tabla 1. Condiciones climáticas del monte de Sant Joan de Penyagolosa.

Además, como las condiciones climáticas de la zona permiten lluvias importantes de corta duración (tormentas) seguidas de periodos de sequía (algunos años estos son bastante pronunciados) y heladas tardías, se agudiza aún más el deterioro del estado vegetativo de los pinos, debilitándolos y, con ello facilitando el ser colonizados por agentes bióticos parásitos, especialmente en los sectores del monte con suelo "esquelético". Estos serían los

factores predisponentes más importantes del grave proceso morboso detectado.

### b) Parasitarios

Como agentes bióticos afectando a los pinos destaca el muérdago (*Viscum album* L. subsp. *austriacum* (Wiesb.) Wollman) como ya indicaron Pérez-Laorga *et al.* (2001). La presencia en el monte de esta angiosperma hemiparásita es impactan-

te (LÓPEZ-SAEZ y SANZ DE BREMOND, 1992; Anónimo, 2001), todos los pinos con síntomas de enfermedad la soportan situada, tanto en las ramas como en el tronco. Las matas de muérdago, con un verde más intenso, se observan si ninguna dificultad y, algunas de ellas, alcanzan en las copas de los pinos un desarrollo muy considerable (Figura 3).

Los distintos inventarios que se han efectuado en este monte, años 1999 y 2001, por el Servicio de Gestión Forestal de la Consellería del Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana, han constatado la presencia del muérdago en más del 17% de los árboles que, en el caso del Barranco de la Pegunta, este porcentaje superaba el 40%.

En nuestra prospección, sin buscar una evaluación específica de esta hemiparásita, nos dimos pronto cuenta del desarrollo muy significativo del *V. álbum* subsp. *austriacum* en el paraje del monte recorrido y comprobamos claramente, cosa también indicada por Perez-Laorga *et al.* (2001), que la especie *P. sylvestris* se encontraba mucho más afectada que el *P. nigra*.

Esta hemiparásita es una planta dioica con pies machos y hembras separados. Tiene flores muy simplificadas y compuestas por cuatro pétalos amarillentos. Su polen se dispersa por el viento aunque son los insectos los principales polinizadores. El fruto es globoso (baya) de color blanco—ligeramente verdoso— traslúcido de 0.4 a 0.8 mm. de diámetro y contiene una sola semilla de consistencia pegajosa. Esta alcanza las ramas y troncos de los pinos, principalmente transportada por aves frugívoras o, también, por gravedad, y se adhiere a la corteza aprovechándose de esta propiedad. En condiciones de temperatura (siempre por encima de 8 – 10°C) y de humedad (más del 70% HR) comienza a germinar y a construir su anclaje. A partir de este momento inicia su fase parasitaria desarrollando tejidos propios debajo de la corteza de las ramas o del tronco de los pinos. Su crecimiento endófito alcanza el xilema y, con ello, favorece su desarrollo externo (mata) lo que produce debilidad de los tejidos del hospedante y, con el tiempo, la desecación de las ramas de los pinos dejándolos con una precaria vegetación.

También en los pinos enfermos era muy evidente la presencia de hongos basidiomicetos degradantes de la madera y pertenecientes al orden Poriales y familia Coriolaceae. En la base de los árboles, el *Heterobasidion annosum* (Fr. ex Fr.) Bref. causaba una podredumbre blanca que afectaba tanto el tronco como las raíces más gruesas induciendo la destrucción progresiva del sistema radical. La detección de los carpóforos fue muy



Figura 2. Copa de pino silvestre con pobreza foliar.



Figura 3. Mata de muérdago en el tronco de un *P. sylvestris*.

pequeña pero el micelio blanco delgado y la falta de rizomorfos en la base de las raíces y del tronco nos facilitó el diagnóstico de este patógeno de coníferas. Este hongo tiene una considerable capacidad de degradación de la celulosa, hemicelulosa y lignina debilitando progresivamente la madera que se hace frágil pero sin colorearla (PHILLIPS, 1988). No observamos *Armillaria*, pero el *Heterobasidion* está muy extendido.

En los troncos de los pinos muertos que permanecen en pie y también en los caídos al suelo, se detectó el hongo *Fomitopsis pinicola* (Sw. ex Fr.) Karst., muy difundido en el área de monte que recorrimos y conocido como “yesquero del pino” (CALONGE, 1979). La presencia de carpóforos pe-

rennes de consistencia leñosa y forma de casco de caballo, estratificados, coloreados en el borde y con un himenio blanco—cremoso, dispuestos a lo largo de los troncos y tocones era muy evidente (Figura 4). Este hongo determina una podredumbre marrón con degradación de la celulosa y hemicelulosa pero no afecta a la lignina. Posee una actividad patógena débil, pero es capaz de ayudar a morir a los árboles debilitados y más concretamente si el inóculo del mismo es elevado en el área forestal estudiada (MUÑOZ LÓPEZ *et al.* 2003).

Para su instauración en la madera del pino ambos hongos deben vencer dificultades importantes, como: bajos contenidos en azúcares simples y en nitrógeno que poseen los tejidos de las pináceas y,





Figura 4. Basidiocarpos de *F. pinicola*.

también, a los compuestos fungitóxicos (taninos y compuestos fenólicos principalmente) que están presentes en estas plantas. Por este motivo, el desarrollo de los hongos de la madera es lento y necesitan ineludiblemente del apoyo de los factores de predisposición (tanto abióticos como bióticos), lo que ha ocurrido en este monte durante mucho tiempo.

Una vez introducidos estos hongos en los tejidos corticales de los pinos previamente debilitados (en nuestro caso por causas no parasitarias y por el muérdago) y mediante la producción de enzimas por las hifas, van degradando la celulosa y hemicelulosa (aquí intervienen la cellobiohidrolasa,  $\beta$  gluconasa y  $\beta$  glucosidasa) así como la lignina (en este caso: lignina peroxidasa y glucosa oxidasa como más importantes) determinando la descomposición de los tejidos corticales y del leño de los árboles.

## Episodio epidémico

El carácter de una afección de masas notables de vegetación que tiende a su destrucción confieren a este episodio morboso del monte Sant Joan de Penyagolosa la condición de epidemia. Por su moderado avance sin puntos extremos (tanto elevados como bajos) de daño lo tipifican de lento pero, no obstante, para que el mismo se desarrolle ha requerido la coincidencia favorable durante un tiempo prolongado de factores relacionados con la planta (pinos), el agente patógeno (factor biótico parasitante) y el ambiente (suelo y clima),

Por parte de la planta ha sido necesaria la presencia de individuos susceptibles (claramente lo

son las dos especies de pinos existentes). Por parte de los agentes patógenos: agresividad, poder de multiplicación y capacidad de difusión. Tanto el *V. álbum* subsp *austriacum* como el *H. annosum* y *F. pinicola* lo cumplen perfectamente, especialmente el muérdago, pero no le desmerecen los hongos. Por parte del ambiente, ya hemos hablado del suelo (pobreza nutricional, compactación y erosión) y del clima (lluvias torrenciales (tormentas), periodos largos de sequía, heladas tardías, etc.).

A lo largo de los años todos estos factores se han venido sincronizando y determinando la patología que muestran hoy los pinos. Patología que avanza gradualmente pero constante, sin paradas, y nos va diezmando los imponentes pinos de este monte mediterráneo.

## Posibilidades de atenuación

Normalmente la atenuación, es difícil hablar de cesación, de una epidemia se basa principalmente en los factores climáticos o sea en el ambiente. Unas semanas, meses o algún año desfavorables en cuanto a temperatura y humedad son las armas más apropiadas para detener su desarrollo. Pero esto no se produce en el monte de Sant Joan de Penyagolosa, tampoco es deseable que ello tenga lugar para el crecimiento normal de los pinos, lo que comporta dificultades añadidas al deseado objetivo.

Además, en la detención de un episodio epidémico intervienen en las partes bióticas del mismo al menos cuatro factores complejos:

- a) el surgimiento de una selección natural de plantas resistentes.
- b) la desaparición de la "disposición" de las plantas a ser infectadas.
- c) la disminución de la vitalidad de los agentes patógenos, generalmente por la presencia de hospedantes más resistentes.
- d) la multiplicación de los hiperparásitos.

Todos estos factores son difíciles de presentarse en arboricultura y, más todavía, en la epifitología. La obtención de resistencias y dificultad a la infección en los pinos que son sensibles a una epífita (tanto la fanerógama hemiparásita como los hongos) como son: *P. sylvestris* y *P. nigra*, hoy por hoy no se ha producido y puede ser utópico en una masa forestal de larga vida sin una regeneración continuada y, además, sin haber sufrido replantaciones con especies más resistentes.

En cuanto a los agentes patógenos, es evidente que la no existencia en el área prospectada de este monte de especies pináceas resistentes y distribuidas en grupos notables así como la ausencia o escasez de posibles hiperparásitos del muérdago (insectos, aves y mamíferos) y de los hongos basidiomicetos, rompe completamente el esquema indicado sobre la posibilidad real de atenuación del proceso de enfermar a los pinos. Claramente no se detectan condiciones ambientales y bióticas naturales con suficiente entidad para iniciar, en esta importante masa forestal que es el monte de Sant Joan de Penyagolosa, actuaciones de protección que sean capaces de conseguir una reducción importante de su actual patología.

La intervención del hombre se hace necesaria si queremos salvar estas masas de pinos. Excluyendo los métodos químicos (herbicidas) por sus resultados muy dispares, contradictorios y poco recomendables, son las prácticas silvícolas las que deben ser empleadas. Estas se deben dirigir principalmente a la contención del *V. álbum* subsp. *austriacum* mediante la corta de matas, eliminación de los árboles afectados, vigilancia de las aves (principalmente de las frugívoras), etc., pues todas ellas son imprescindibles para el mantenimiento del pinar. También para reducir el inóculo fúngico (actualmente muy elevado), los árboles muertos y los caídos al suelo deben ser eliminados, sacados del monte y quemados. En general, el monte debería ser menos transitado con el objeto de que el suelo no se compactara a fin de mejorar su filtra-

bilidad y que la masa de hierba aumentara. Estas medidas son operaciones dilatadas en el tiempo, alguna de ellas de coste económico elevado, pero son imprescindibles si queremos que el monte de Sant Joan de Penyagolosa no se deteriore mucho

más y las masas de pinos silvestre y laricio recuperen en unas pocas décadas el vigor, frondosidad y belleza que tuvieron no hace tanto tiempo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anónimo.** 2001. El muérdago (*Viscum álbum L.*). *Informaciones Técnicas*. Gobierno de Aragón. Dirección General del Medio Natural. 6 pag.
- CALONGE, F.** 1979. *Setas (Hongos)*. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. 1 Tomo, pag. 252.
- LÓPEZ-SÁEZ, J.A. y SANZ DE BREMOND, C.** 1992. *Viscum álbum L. y sus hospedantes en la Península Ibérica*. Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas, 18 (4):817-821.
- MUÑOZ LÓPEZ, C., PÉREZ FORTEA, V., COBOS SUÁREZ, P., HERNÁNDEZ ALONSO, A. y SÁNCHEZ PEÑA, G.** 2003. *Sanidad Forestal*. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. 1 Tomo, pag. 446 – 447.
- PÉREZ-LAORGA, E., ALGUAZIL, F. y MONTERO, J.L.** 2001. *Distribución y características de las poblaciones de muérdago (Viscum álbum austriacum) en la Comunidad Valenciana*. Informe Técnico: Plagas y Patología Forestal. Generalitat Valenciana. Conselleria de Medio Ambiente, 6 pag.
- PHILLIPS, D.H.** 1988. *Heterobasidion annosum (Fr.) Bref.* (En *European Handbook of Plant Diseases*, edit. por I. M. Smith, J. Dunez, R. A. Lelliot, D. H. Phillips y S. A. Archer. Blackwell Scientific Publications), pag. 517 – 518.