Elementos de madurez del bosque para el mantenimiento de la biodiversidad forestal

En ausencia de perturbaciones, **los árboles dominantes del bosque llegan a una fase de senescencia y acaban muriendo.** La madera muerta que se genera tiene un papel muy importante en el ciclo del carbono y en el mantenimiento de la biodiversidad forestal. Por ello en los bosques gestionados también es muy importante **una serie de elementos de madurez ligados a la edad,** como son árboles senescentes, árboles muertos en pie y madera muerta en diferentes grados de descomposición en el suelo, que pueden producir alimento o hábitat a múltiples organismos.

La dinámica natural de los bosques y el papel de la madera muerta

En ausencia de perturbaciones y sin aprovechamiento forestal, las condiciones del bosque están controladas por árboles dominantes de edad avanzada. A medida que pasa el tiempo algunos de **estos árboles llegan a una fase de senescencia y mueren** de forma natural, dejando libre el espacio donde se desarrollará la nueva regeneración. Este proceso sigue una dinámica interna ligada a fases de degradación y reconstrucción formando un mosaico donde alternan en el espacio y el tiempo árboles grandes y claros con árboles jóvenes en diferentes fases de desarrollo.

Cuando mueren estos árboles grandes, la madera muerta se acaba incorporando al suelo después de un proceso de descomposición que, dependiendo de las condiciones ambientales, puede ser corto (como sucede en los climas tropicales, con abundante agua y temperaturas elevadas) o muy largo (como sucede en los climas fríos, donde las bajas temperaturas retrasan la descomposición). En cualquier caso, **esta madera muerta juega un papel muy importante en el ciclo del carbono** y en el mantenimiento de la biodiversidad, que incluye a los organismos que participan en la descomposición de la madera y los que dependen de ella como hábitat o fuente de alimentación. Aunque este papel es difícil de cuantificar, hay un consenso de que **la madera muerta es uno de los elementos más importantes para el mantenimiento de la biodiversidad** (**Figura 1**). Así, en una zona de alto valor de conservación situada en el Pirineo, se ha constatado que **una gran parte de este valor está ligado a la madera muerta**: un tercio de los hongos son descomponedores de madera, hay 465 especies de coleópteros saprófitos que en muchos casos son especies patrimoniales (ya sea especies endémicas o bien especies protegidas a nivel europeo), y aproximadamente una cuarta parte de los mamíferos y una quinta parte de las aves nidificantes utilizan las cavidades de los troncos muertos (**Figura 2**).

La dinámica de los bosques naturales se conoce sobre todo a partir de estudios de bosques boreales del centro-norte de Europa y, en especial, de norte América, mientras que en la región mediterránea existen pocos ejemplos de bosques que hayan pasado un tiempo largo sin aprovechamiento ni perturbaciones naturales. **En el Mediterráneo**, el aprovechamiento antiguo e intenso de los bosques, la presión de la agricultura y los incendios han hecho que muy pocas veces se encuentren bosques con estos elementos de madurez, ya que l**os árboles normalmente no llegan a la fase de senescencia y muerte natural**. Por ello, es absolutamente conveniente **mantener en los bosques gestionados una serie de elementos de madurez** que garanticen los diferentes procesos y permitan mantener la biodiversidad forestal.

Figura 1. Imágenes de las tipologías de epífitas: varias especies de líquenes (arriba), y cormófitos, musgos y hongos saprófitos (abajo y de izquierda a derecha). Fotos: Lluís Comas/Carles Batlles.

Figura 2. Imágenes de diversos tipos de cavidades (de izquierda a derecha): grieta, alimentación, cría, insectos, de base y rama en el tronco. Fotos: Lluís Comas/Carles Batlles.

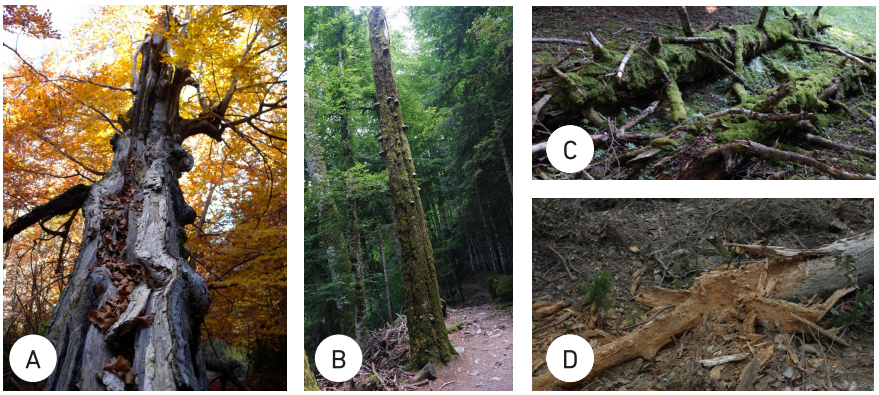

Figura 3. **A**) Árboles senescentes, Gresolet (Berguedà). Foto: Lluís Comas/Carles Batlles **B**) Árbol muerto en pie, foto: Javier Retana; **C**) Madera muerta poco descompuesta, foto: Lluís Comas/Carles Batlles; **D**) Madera muerta muy descompuesta, foto: Javier Retana.

Elementos de madurez del bosque

Los **elementos de madurez del bosque más** característicos están ligados a la edad (y en menor medida al tamaño) de los árboles, y representan una fuente de alimento o hábitat para múltiples organismos.

- Árboles **de edad avanzada, maduros y senescentes**. Los **árboles de gran tamaño** (>40-50 cm de diámetro) y edad avanzada (a partir de 150 años) tienen una **densidad en el bosque que no supera los 10-15 pies por ha como máximo** (**Figura 3A**). Se caracterizan por la forma de la **copa asimétrica** y con **agujeros** que hacen que ésta se vaya haciendo menos densa, troncos relativamente largos **libres de ramas bajas** (es decir, árboles de bosque en oposición a árboles de espacios abiertos), **ramas largas y gruesas** incluso en la parte alta, **cortezas profundamente arrugadas y viejas**, signos de decaimiento por corazón podrido, estructuras de **raíces grandes y prominentes**, entre otros. Estos árboles tienen muchas cavidades que sirven de refugio para insectos, pájaros y mamíferos; también tienen asociados complejos de hongos y otros organismos distintos a los de los árboles más jóvenes.

- Árboles muertos **de grandes dimensiones en pie**. Cuando estos árboles de edad avanzada mueren, algunos permanecen en pie durante mucho tiempo (**Figura 3B**). Así, en climas fríos, los árboles muertos pueden durar en pie tantos años como vivos. Estos árboles muertos en pie **pueden llegar a densidades de 30 a 70 pies por ha en bosques de Norteamérica**, pero en los bosques españoles esta densidad se encuentra en muy pocos rodales. De nuevo, estos troncos **tienen múltiples cavidades** donde viven muchas especies de animales, principalmente insectos, y son reservorio de hongos, musgos y líquenes.

- **Madera muerta en diferentes grados de descomposición en el suelo**. La madera muerta en el suelo es, tal vez, **la variable más característica de los bosques de dinámica natural** en comparación con los bosques gestionados. Esta madera puede encontrarse en todos los estadios de descomposición, desde madera de árboles que han muerto recientemente y todavía está dura y con poco grado de descomposición, hasta madera muy descompuesta, blanda o esponjosa, que prácticamente se deshace al tocarla (**Figura 3C, D**). Además de los troncos y ramas caídos y de los tocones, también **es importante la presencia de pilas de troncos y ramas procedentes de la corta**. En este sustrato viven muchos animales y hongos, es una reserva de legados (esporas, semillas, huevo insectos) que ayudarán a la regeneración después de perturbaciones, además, es un reservorio importante de agua.

Especies que se alimentan de madera muerta versus especies plaga

El mantenimiento de una parte de la madera muerta en los bosques gestionados es uno de los cambios más importantes que se ha obtenido del conocimiento del funcionamiento de los bosques de dinámica natural. Tradicionalmente **la gestión ha eliminado de manera sistemática (y muchas veces exhaustiva) la madera muerta del bosque** por considerarla como un elemento improductivo y foco de plagas. Sin embargo, ahora sabemos que las **plagas de insectos forestales se encuentran ligadas obligatoriamente a los árboles vivos**. Estas especies plaga se pueden clasificar en plagas primarias y secundarias según su capacidad para colonizar respectivamente árboles vigorosos o árboles débiles, pero siempre se alimentan de los tejidos vivos. Una vez el árbol muere, estas especies plaga lo abandonan y **dejan su lugar a insectos saprofíticos**, que se alimentan del árbol desde que muere hasta que queda reducido al estado de materia orgánica descompuesta. Estos insectos pertenecen a familias muy numerosas y cuentan con miles de especies, todas ellas incapaces de atacar los tejidos vivos. Por ello, **los árboles muertos no presentan ningún problema para el bosque**. Al contrario, diferentes estudios parecen mostrar que en ellos encontramos un séquito importante de parasitoides y depredadores que ejercen un cierto control de las poblaciones de plagas forestales.

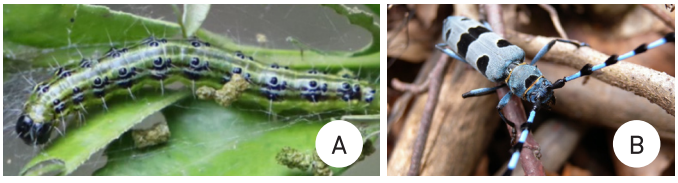

Figura 4. A) Oruga del boj (*Cydalilma perspectalis*), ejemplo de plaga. Foto: Emili Bassols, Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. DTES, B) *Rosalia alpina*, ejemplo especie saprofítica. Foto: Lluís Comas/Carles Batlles.