



CONSERVACIÓN DE LAS TEJEDAS MEDITERRÁNEAS

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS



Editors

Jordi Camprodon y David Guixé

Autores

Jordi Camprodon
David Guixé
Pere Casals
Antònia Caritat
Xavier Buqueras
Xavier García-Martí
Jarkov Reverté
Ana I. Rios
Mario Beltrán
Joan Llovet
Marc Taüll
Alba Vives
Víctor Àguila
Carme Casas

Revisores

Daniel García (3.3), Lluís Coll (3.3) y Montse Masó (5.1)

Autoría de los textos (en negrita, autor principal): Víctor Àguila, 4.8 i 5.12; Mario Beltrán, **4.4 i 5.9**; Xavier Buqueras, 3.5, 4.1, **4.7**, 5.2, **5.11**; Jordi Camprodon, **2, 3.3, 3.5, 4.1**, 4.2, 4.3, 4.4, **4.6**, 4.7, 4.8, **5.2, 5.3**, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.10; Antònia Caritat, 3.1, 3.2, 3.4, **4.2**, 4.8, **5.4**, 5.12; Carme Casas, 3.2; Pere Casals, 2, 4.1, 4.3, 4.5, 4.8, 5.3, 5.5, 5.6, 5.10, 5.12; Xavier García-Martí, 3.4, **4.8**, 5.6, 5.7, 5.12; David Guixé, 3.1, **3.2, 3.3, 3.4**, 3.5, 4.1, 4.3, 4.4, 4.7, 4.8, 5.2, 5.3, 5.4, 5.6, **5.8**, 5.12; Joan Llovet **4.5, 5.10**; Jarkov Reverté, 4.1, 4.4, **5.1**, 5.2, 5.3; Ana I. Rios, 4.3, 5.5, **5.6, 5.7**; Marc Taüll, **4.3, 5.5**; Alba Vives, **3.1, 3.2**.

Il·lustracions: Toni Llobet, Anna Gallés y Pere Rovira

Fotografías: Jordi Bas y de los autores de los textos

Edita: Centre Tecnològic Forestal de Catalunya

Diseño y maquetación: Àngela Muntada (Àrea de Comunicació i Divulgació Científica, CTFC)

Difusió: Assu Planas (Àrea de Comunicació i Divulgació Científica, CTFC)

Citació recomendada: Camprodon J., Guixé D., Casals P., Caritat, A., Buqueras X., García-Martí X., Reverté J., Rios A. I., Beltrán M., Llovet J., Taüll M., Vives A., Àguila V., Casas C. 2016. *Conservación de las tejedas mediterráneas. Manual de buenas prácticas*. Proyecto Life TAXUS. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya.

Las opiniones expresadas en este manual son de los autores y no reflejan necesariamente las opiniones de la Unión Europea y de la Comisión Europea o de los socios y colaboradores del proyecto.

© Centre Tecnològic Forestal de Catalunya

Primera edició: octubre 2016

Depósito legal: L 1515-2016

ISBN: 978-84-617-6162-3

Il·lustracions de la cuberta: Jordi Bas

Socios del proyecto Life Taxus



Paratge Natural
d'Interès Nacional
de Poblet



Generalitat de Catalunya
Departament de Territori
i Sostenibilitat



AJUNTAMENT
DE RASQUERA

Colaboradores



Generalitat de Catalunya
Departament d'Agricultura,
Ramaderia, Pesca i Alimentació



Este manual ha sido publicado en el marco del proyecto Life TAXUS, conservación de las tejedas catalanas (LIFE+11 NAT/ES/711) www.taxus.cat



Índice

1. Presentación	5
2. Introducción	7
3. El tejo y las tejedas	9
3.1. El tejo, un árbol muy singular	9
3.2. Las tejedas, descripción y composición	15
3.3. Dinámica del hábitat	25
3.4. Distribución del tejo en Europa, en la Península Ibérica y en Cataluña	29
3.5. Usos históricos y protección legal	33
4. Problemáticas ambientales asociadas a las tejedas	39
4.1. Competencia	39
4.2. Enfermedades y plagas	43
4.3. Daños por herbivoría	47
4.4. Incendios	51
4.5. Erosión del suelo	53
4.6. Variabilidad y aislamiento genéticos	57
4.7. Problemáticas derivadas del uso público	59
4.8. Problemáticas frente el cambio climático	61
5. Fichas técnicas	63
5.1. Acuerdos de custodia del territorio. Gestión y conservación del hábitat a través de la implicación social	63
5.2. Tratamientos silvícolas para regular la competencia	67
5.3. Tratamientos silvícolas para regular el sotobosque	75
5.4. Tratamientos fitosanitarios	79
5.5. Gestión ganadera y protección del regenerado de tejo	81
5.6. Producción y plantación de material vegetal de tejo	87
5.7. Refuerzo y restauración de poblaciones mediante plantación	93
5.8. Promoción de los dispersores de frutos del tejo	97
5.9. Prevención de incendios	103
5.10. Estabilización del suelo. Lucha contra la erosión	109
5.11. Propuestas de gestión para la conservación de las tejedas en relación al uso público	115
5.12. Adaptación al cambio climático	119
6. Agradecimientos	121
7. Bibliografía	123



1. PRESENTACIÓN

El tejo (*Taxus baccata* L.) es un árbol que siempre ha fascinado y atraído el interés de los humanos en toda Europa. La extraordinaria conservación de la madera y su elasticidad fueron propiedades muy apreciadas para construir todo tipo de utensilios desde tiempos remotos, como lo demuestra el arco de madera de tejo encontrado en el yacimiento de La Draga, cerca del lago de Banyoles, y datado de la época mesolítica (más de 7000 años de antigüedad). El uso con fines curativos también se remonta a tiempos antiguos, habiéndose encontrado restos carbonizados de tejo en fuegos de pastor neolíticos, donde seguramente lo empleaban para desinfectar el rebaño. Asimismo, en la cultura celta, los viejos tejos presidían a menudo lugares de reunión social o religiosa. Actualmente, el tejo tiene un elevado valor terapéutico, empleándose en la quimioterapia para distintos tipos de cáncer. Por todos estos motivos, no es extraño que el tejo haya tenido una fuerte impronta cultural hasta hoy en día.

Los bosques de tejo tienen elevado valor biogeográfico y de conservación debido a la regresión histórica en que se han visto sometidos, conduciéndolos a una extraordinaria rareza en todo el continente europeo. En la Región Mediterránea, las tejedas se han visto acantonadas en barrancos y terrenos rocosos, sobre todo en exposición umbría, limitadas a rodales de escasa extensión, relictos de épocas más frescales, donde su distribución era más continua y extensa. Las tejedas, pues, se encuentran actualmente en declive y expuestas, además de impactos de carácter local, al aislamiento genético, los grandes incendios y las sequías extremas, factores que se pueden ver agravados en el contexto del cambio climático. Por todas estas razones, las tejedas mediterráneas constituyen un hábitat prioritario de conservación en la Unión Europea. Asimismo, el carácter emblemático del tejo, lo convierten en un hábitat bandera para ir más allá y comunicar el valor intrínseco de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que prestan los espacios naturales.

Esta es la esencia del proyecto Life TAXUS, contribuir a la conservación activa de las tejedas, como un ejemplo de la necesidad de conservar el patrimonio natural y cultural de la Región Mediterránea, y hacerlo de forma compatible con las diferentes actividades humanas del territorio. Para conseguirlo, el Life TAXUS ha realizado acciones de conservación activa de las tejedas desde una óptica global y con la participación activa y la colaboración entre el mundo de la investigación y la transferencia de conocimientos (caso del Centro Tecnológico Forestal de Cataluña) con las administraciones locales (caso de los Consorcios de la Serra de Llaberia y de l'Alta Garrotxa y del Ayuntamiento de Rasquera), los espacios naturales protegidos (caso del Paraje Natural de Interés Nacional de Poblet) y los propietarios forestales privados, con los que se han establecido acuerdos, con el asesoramiento de la Red de Custodia del Territorio. Desde la Dirección General de Montes de la Generalitat de Catalunya se ha dado el apoyo técnico y administrativo en todo momento a las iniciativas del proyecto.

En un mundo globalizado, los factores que amenazan la conservación también han cambiado de escala, tanto espacial como temporal, pasando de perturbaciones puntuales y esporádicas a impactos de mayor alcance territorial y cada vez más frecuentes. Por este motivo, la conservación de la naturaleza no puede sólo proteger pasivamente las especies y los ecosistemas emblemáticos, sino que también hay que gestionar activamente el conjunto del territorio con la participación activa y el consenso de todos los sectores sociales implicados, como son la propiedad, las administraciones públicas, las instituciones científicas y las entidades ambientalistas. En esta línea, el manual de buenas prácticas de conservación de las tejedas mediterráneas aporta herramientas y experiencias para conservar las tejedas de forma activa, a la vez que constituyen un ejemplo demostrativo para aplicarlas en hábitats forestales de carácter relictual a escala mediterránea y europea.



2. INTRODUCCIÓN

Las tejedas mediterráneas son bosques muy particulares por su escasez, las condiciones ambientales donde se encuentran y, sobre todo, por estar presididas por un árbol muy singular. El tejo (*Taxus baccata* L.) es un árbol relictual (Hampe & Jump 2011), de gran valor ecológico, cultural y terapéutico. Hay pocas especies de árboles en el mundo con tanta carga simbólica (Hartzell 1991, Cortés et al. 2000). Desde las culturas neolíticas los humanos conocían las propiedades excepcionales de la madera del tejo para fabricar herramientas, especialmente arcos y la toxicidad extrema de todo el árbol, excepto la parte carnosa del fruto (el arilo). Estas propiedades, junto con la larga longevidad del tejo (en Gales se ha datado un ejemplar de tejo de 5000 años) le confirieron un carácter mágico y simbólico en el imaginario colectivo. Sus ramas eran usadas en funerales en las antiguas culturas, celta, griega o romana y los árboles viejos eran centro de culto y reunión. El tejo también fue fuertemente explotado hasta el fin de la Edad Media para la construcción de arcos. Recientemente, a lo largo del siglo XX, se han aplicado las extraordinarias propiedades anticancerígenas de sus compuestos orgánicos (taxanos), lo que ha provocado problemas de conservación en las poblaciones de las especies de tejo del Pacífico americano y de las asiáticas, no así en las europeas ya claramente reducidas.

Las tejedas se encuentran amenazadas en Europa (European Environment Agency, 2009) y en regresión en la Península Ibérica (Serra Laliga 2009). Los factores adversos apuntados son múltiples. Uno de ellos es el escaso éxito de regeneración, causado por la baja producción de frutos, el estrés hídrico, y la sombra excesiva; junto con la predación y la presión de los herbívoros rumiantes, tolerantes alataxina, sobre el regenerado (Hulme 1996, García et al. 2000, García & Obeso 2003, Perrin et al. 2006, Farris & Filigheddu 2008, Sanz et al. 2009). Otro factor adverso es la excesiva cubierta forestal que conlleva una fuerte competencia, causada por otras especies o por los propios congéneres (Svening & Mägerd 1999, Iszkulo & Boratynski 2004, Amalesh et al. 2007, Ruprech et al. 2010), que puede agravarse en problemas fitosanitarios (Caritat & Bas 2007). Los grandes incendios forestales son también una grave amenaza para las tejedas, que pueden diezmar poblaciones enteras como pasó en el centro de Portugal (<http://www.lifetaxus.quercus.pt>) e incidir en el aislamiento genético de las poblaciones. De hecho, la falta de continuidad genética se ha constatado como un grave problema, ya que conlleva una disminución de la variación genética y un incremento de la divergencia genética entre poblaciones (Young 1996, Dubreuil et al. 2010, González-Martínez et al. 2010). A todo esto, hay que añadir que la viabilidad de las poblaciones parece ser más grave en el límite meridional de distribución del hábitat (Linares 2013), lo que puede verse agravado por el aumento de temperaturas y bajada de precipitaciones previstas con el cambio climático (Draper & Marcas 2007, Águila et al. 2015, Thomas 2015).

Por estas razones, los bosques de tejo constituyen un hábitat prioritario para la conservación dentro de la Unión Europea (Hábitat 9580 * bosques mediterráneos de *Taxus baccata*). En consecuencia, es indispensable proponer medidas de conservación efectivas tanto para el árbol como para su hábitat, especialmente en el contexto de cambio global para una región tan vulnerable como es la Mediterránea.

El manual que tiene en sus manos quiere sintetizar las problemáticas y las acciones emprendidas por el proyecto Life TAXUS (www.taxus.cat), financiado por la Unión Europea, con el objetivo de contribuir a la conservación de las tejedas en los espacios Natura 2000 en Cataluña, los cuales incluyen prácticamente todas las tejedas conocidas en el país. En Cataluña se han inventariado 294 hectáreas donde el tejo está presente en más o menos alta densidad.

Las tipologías forestales que se pueden definir son diversas, desde la tejeda monoespecífica y altamente densa de Misecllòs, en la Alta Garrotxa, hasta la tejeda centenaria de Cosp, en la serra de Cardó, probablemente el bosque natural más viejo de Cataluña. En una situación intermedia, aparece lo que podríamos llamar desde tejedas mixtas con frondosas o coníferas, hasta pequeños rodales de encinares, hayedos y pinares con elevada densidad de tejos, a menudo en el subvuelo arbóreo. En cualquier caso se trata siempre de pequeñas extensiones (2,5 ha de media) repartidas por el Prepirineo, desde el Montsec y la Ribera Salada hasta la Alta Garrotxa; y especialmente por las sierras prelitorales, desde Les Guilleries a Cardó, pasando por el Montseny, Montserrat, Prades, Montsant y Llaberia. Pequeñas extensiones en el límite meridional del área de distribución de la especie, que hacen de éste un hábitat especialmente vulnerable en el contexto biogeográfico regional y necesitado de medidas de conservación.

De un total de 38 rodales identificados e inventariados, el Life TAXUS ha realizado acciones de conservación en 195 hectáreas. Las acciones han consistido en la regulación de la competencia sobre adultos, juveniles y plántones, tratamientos fitosanitarios de tejos afectados por *Armillaria*, protección del regenerado contra los herbívoros, reforzamiento de la regeneración con producción y plantación de plántones de tejo, facilitación de la dispersión por medio de mejora silvícola y plantación de plantas cebo productoras de fruto carnoso y que a la vez constituyen elementos botánicos acompañantes del hábitat, así como emplazamiento de bebederos para los pájaros dispersores. Del mismo modo, se han implementado medidas de protección contra la erosión y los grandes incendios forestales. Finalmente, se ha regulado el uso público, se han divulgado los resultados por diferentes medios y se han emprendido actividades de educación ambiental. Un evento importante organizado por Life TAXUS fueron las IV Jornadas Internacionales del Tejo y las Tejedas, celebradas en el Monasterio de Poblet, en octubre de 2014.

El Life TAXUS espera haber contribuido de manera decisiva en la conservación y difusión de los valores naturales de las tejedas catalanas. Asimismo, utilizando las tejedas como hábitat paraguas, el proyecto y este manual como extensión suya, quieren ser una modesta contribución a la protección y promoción del patrimonio natural y cultural del Mediterráneo.



3. EL TEJO Y LAS TEJEDAS

3.1. El tejo, un árbol muy singular

El tejo (*Taxus baccata*) es un árbol emblemático, uno de los más longevos del mundo, con un enorme valor como patrimonio cultural, natural y científico. El tejo es un árbol único en muchos aspectos; es una conífera dioica venenosa y no resinosa de la familia de las Taxáceas. La elasticidad, resistencia y el color rojizo de la madera, la lentitud de crecimiento y la extraordinaria longevidad son sus atributos más destacados (Abella 1996). Fueron los griegos quienes pusieron al tejo el nombre de *Taxus*, término que puede hacer referencia a dos aspectos importantes de este árbol: por una parte, *taxón* significa arco y, por el otro, *toxikon* equivale a veneno (Iglesias et al. 1997).

Taxonomía

Bolòs & Vigo (1989) encuadran *Taxus baccata* en el esquema taxonómico siguiente:

- División → *Pinophyta*
- Subdivisión → Espermatofitas (Fanerógamas)
- Clase → Gimnospermas
- Subclase → Coníferas
- Orden → Taxales
- Familia → Taxáceas
- Género → *Taxus* L.

1. Estado de Conservación

La IUCN cataloga el tejo como Preocupación menor (*Least Concern, LC*) a escala internacional. En Cataluña *Taxus baccata* se encuentra protegido por la orden del 11/05/1984 publicado en el DOGC el 12/12/1984 (Cortés et al. 2000). No está catalogado como especie amenazada en el Catálogo de Flora Amenazada de Cataluña (Decreto 172/2008 resolución). El hábitat está considerado como de conservación prioritaria a escala europea (ver capítulo 3.5).

2. Descripción

El tejo (*Taxus baccata*) es un árbol de hoja perenne, no resinoso, de porte corpulento, que puede llegar a medir hasta 20 m de altura, aunque lo más habitual es que mida de 8 a 15 m como máximo. El tronco puede llegar a superar el metro de diámetro a la altura del pecho. En condiciones desfavorables queda reducido a porte arbustivo. El sistema radicular adquiere gran desarrollo y profundidad, el tronco es corto y grueso, en ocasiones formado por la unión entre sí de varios tallos, y llega a medir más de seis metros de perímetro en ejemplares excepcionales. La corteza, de color pardo, se desprende en finas láminas alargadas, dejando al descubierto las placas interiores rojizas. La copa en condiciones normales presenta una silueta oscura muy característica, redondeada y muy abierta, de donde sobresalen las puntas de las ramas (Cortés et al. 2000). Las ramas son largas, grandes, alternas y flexibles, algo recurrentes en los extremos, hasta el punto que pueden llegar hasta el suelo.



Figura 1. Tejo monumental del Orri (Alta Garrotxa). Foto: Jordi Bas.

La copa es densa, ancha, oblonga o cónica, de color verde oscuro. Las ramas son abundantes, largas, horizontales y flexibles; las ramitas, muy numerosas, confieren una elevada densidad en la copa. Los brotes adventicios son muy abundantes en el tronco y en la copa, por producirse bajo la corteza gran cantidad de yemas durmientes que son estimuladas por podas, heridas o mutilaciones (Sobrón 1984).

Las hojas son persistentes, viven unos ocho años, de inserción helicoidal y disposición subdística; aciculares-aplanadas, estrechas, lanceoladas y agudas; de 10 a 30 mm de longitud por 1.5 mm de ancho, disponiéndose de forma pectinadas (como una pluma) a lo largo de toda la rama. Son de color verde oscuro en el haz y más claras en el envés inferior de la acícula (Cortés et al. 2000). Las hojas viejas caen en primavera cuando salen las nuevas. Se trata de una especie dioica, es decir que existen individuos que sólo tienen órganos masculinos (árboles macho) e individuos que sólo tienen órganos femeninos (árboles hembra). Tanto los órganos masculinos como los femeninos son pequeños y poco vistosos (Fernández et al. 2004). Muy raramente es posible encontrar algún ejemplar monoico, lo que explica la fructificación de individuos solitarios (Vives 2006).



Figura 2. Detalle de la corteza y las hojas de tejo. Foto: Jordi Bas.

3. La floración

La floración ocurre a finales de invierno o principios de primavera y se produce con regularidad. Los pies hembra fructifican todos los años, siempre que no se encuentren muy alejados de los masculinos (Ruiz de la Torre & Ceballos 1979). Tanto los individuos hembra como los machos fructifican a partir de los 20-30 años de edad (Cortés et al. 2000).

Los conos florales masculinos aparecen en las axilas de las hojas de años anteriores, en la parte inferior de las ramas (figura 3). Son globosos y de color amarillento. Se trata de estróbilos solitarios, con 6 a 12 escamas peltadas, cada una de ellas contiene de 3 a 9 sacos polínicos. La dispersión del polen se produce mediante el viento.

Los conos florales femeninos aparecen solitarios en el extremo de un pequeño eje axilar revestido de brácteas, esto hace que tengan un aspecto de yemas escamosas (Fernández et al. 2004). Poseen un solo óvulo y están rodeados de varias brácteas estériles. Una vez fecundados, los conos florales femeninos se transforman en frutos que resultan muy vistosos cuando maduran a finales del verano o en otoño (figura 4).

Los frutos (en realidad falsos frutos con una sola semilla) son rojos, de 8 a 12 mm de diámetro, carnosos debido a la cubierta que recubre parcialmente la semilla en sus tres cuartas partes. Esta cubierta, denominada arilo, se vuelve roja en la madurez (Cortés et al. 2000).

Taxus baccata es una especie muy tóxica, debido a un potente alcaloide, la taxina. El arilo, rojo, carnosos y dulce, es la única parte comestible (Folch et al. 1988). Las semillas secas, ovoides y morenas están cubiertas por un episperma leñoso no muy duro y acabado con un pequeño ápice (Cortés et al. 2000). El joven embrión puede dejar de crecer y quedar en estado de reposo durante meses o, incluso, años (Folch et al. 1988).



Figura 3. Flores masculinas de tejo en formación, con los estambres todavía cerrados dentro de las escamas. Foto: Jordi Bas.

4. Crecimiento vegetativo

Su crecimiento en longitud es muy lento, 1 cm el primer año y dos o tres el segundo, creciendo hasta el sexto año a razón de 3 cm por año. Tras su desarrollo sigue siendo muy lento, siendo excepcionales tasas de 15 a 20 cm anuales (Sobrón 1985). Por su resistencia a plagas, sequía e incluso incendios, es una de las especies más longevas que se conocen (García et al. 2001). El sistema radicular es superficial, formado por extensas raíces horizontales. El engrosamiento

también es muy lento, se ha estimado que un tronco de 20 a 40 cm de diámetro se logra cuando el árbol tiene de 80 a 100 años (Cortés et al. 2000). Produce brotes en las ramas con mucha facilidad y resiste bien la poda (Galán et al. 1998). Es una de las especies con mayor longevidad de Europa, a pesar de que es muy difícil conocer exactamente la edad. En Gran Bretaña se han localizado tejos veteranos con edades estimadas entre 2700 y 5000 años.

5. Maduración de frutos

A partir de los 20-50 años de edad produce frutos regularmente todos los años, si bien en zonas poco óptimas del este de Europa se ha descrito una fructificación especialmente abundante cada 2-3 años. Los frutos aparecen generalmente en otoño (de agosto a noviembre) del mismo año y persisten un período de tiempo en el árbol (Abella 1996).

La semilla es oval-oblonga, de sección elíptica, rodeada de una especie de capucha, el arilo, abierto en su extremo, carnoso, succulento, algo viscoso y dulce en su interior. Primero es verde y en la madurez rojo. El conjunto de la semilla y el arilo (arilocarpo) tiene la apariencia de un fruto drupáceo, globoso y ligeramente comprimido lateralmente (Ruiz de la Torre & Ceballos 1979).

Tabla 1. Fenograma biológico del tejo. Fuente: Cortés et al. 2000.

	E	F	Mz	A	My	Jn	Jl	A	S	O	N	D
Actividad vegetativa		De finales de febrero a noviembre										
Reposo vegetativo		De finales de otoño a finales de invierno										
Floración					De febrero a abril							
Fructificación					De mayo a agosto							
Maduración del fruto								De agosto a noviembre				



Figura 4. Tejo en plena fructificación y detalle de rama con arilo. Foto: Jordi Bas.

6. Dispersión

La dispersión se produce por zoocoria, especialmente por aves, pero también por carnívoros (sobre el proceso de dispersión ver el capítulo 3.3). El arilo, de color rojo vivo o anaranjado al madurar, destaca sobre el verde oscuro de las hojas, lo que lo hace muy llamativo por los

animales que se alimentan. Muchos vertebrados ingieren el conjunto del arilocarpo, pero sólo son capaces de digerir el arilo carnoso, y expulsan la semilla junto con las heces; contribuyendo además de la dispersión de la especie, a preparar las semillas para su germinación al pasar por los jugos gástricos del estómago, inhibiéndolas del letargo que poseen. Esta podría ser una razón por la que aparecen tejos en zonas rocosas, ya que es un lugar donde suelen depositar los animales los excrementos (Galán et al. 1998). Aunque se ha comprobado como el paso por el tracto digestivo no mejora las tasas de germinación y emergencia del tejo, las semillas sin arilo presentan porcentajes de emergencia superiores a las semillas con arilo (Caritat & Bas 2007).

Los roedores actúan principalmente como depredadores de semillas de tejo ya que rompen la dura cubierta, haciendo las semillas inviables al digerir los tejidos nutritivos de las semillas (Hulme & Borelli 1996, Crespo et al. in Cortés et al. 2000, Thomas & Polwart 2003). Aunque también pueden dispersar una cantidad no despreciable de semillas (Thomas & Polwart 2003), con lo que el balance depredación-dispersión de los roedores pueda ser, al menos en ocasiones, ventajoso para el tejo.



Figura 5. Petirrojo con un arilo. La familia de los túrdidos son los principales dispersores del tejo. Foto: Jordi Bas.

7. Germinación

Algunos autores afirman que el tejo presenta germinación epigea (las semillas no necesitan ser enterradas para germinar) y, en ocasiones, raramente es hipogea. Sin embargo, Cortés et al. (2000) sostienen que es indiferente, ya que han obtenido buenos resultados de germinación de las dos maneras.

Muchos autores coinciden con la difícil germinación que presenta esta especie (Ríos et al. 2015). Sólo una pequeña porción de semillas germinará al primer año, el resto lo harán en el segundo o tercer año. Según Thomas et al. (2003) aunque la viabilidad de las semillas es cercana al 100%, la tasa normal de germinación está alrededor del 50-70%.

Las semillas de *Taxus baccata* presentan una dormición que dura unos dos años en el suelo, lo que conlleva una desventaja para la supervivencia de las semillas (Hulme & Borelli 1996). Algunas técnicas para favorecer la germinación son someter la semilla a procesos de escarificación o maceración que rompan la cubierta. También se utilizan sistemas de estratificación en cajones de arena húmeda a unos 20°C durante dos o tres meses, y más tarde, un tiempo en 4 o 5°C (Abella 1996). Un kilo de arilos, contiene más o menos 8.000 semillas y en un kilo de semillas, libres ya de sus protecciones, entran

más de 13.000 unidades (Carrasco 1989). Metodologías están bien descritas en García-Martín 2007 y Ríos et al. 2015. Aunque el mejor sistema de reproducción que presenta es mediante la semilla, también es posible de forma asexual por estolón, estaquilla o injerto.



Figura 6. Plantones de tejo del año. Alta Garrotxa. Foto: Jordi Bas.

8. Herbivorismo

Toda la planta, excepto la pulpa y el arilo es tóxica debido al alcaloide taxina. Cornevin (1892, citado por Clarke et al. 1981) determina las dosis orales letales para varias especies (en gramos de hojas por kg de peso del animal): burro y mula 1,6 gr; caballo, 2 gr; cerdos, 3 gr; perro 8 gr; ovinos y bovinos, 10 gr, cabra 12 gr; conejo 20 gr. La gran resistencia de los rumiantes a la toxicidad puede ser debida a la dilución de la taxina con el contenido del rumen (Clarke et al. 1981). Los rebaños de cabra doméstica y de vaca llegan a ocasionar muchos daños en el regenerado. Los conejos, aunque también roen el tejo, normalmente no les provocan tantos daños. Las ardillas roen la corteza, las ramitas de los plantones y también comen los arilos.



Figura 7. Los rumiantes tienen una elevada tolerancia a la toxina y ramonean a menudo los plantones y tejos jóvenes, provocando daños graves sobre el regenerado. Foto: Jordi Bas.

3.2. Las tejedas, descripción y composición

En la montaña mediterránea y medioeuropea el tejo se localiza mayoritariamente en laderas de orientación norte, en el dominio de bosques caducifolios y pinares mixtos. Cuanto más limitantes son las condiciones climáticas, el tejo se refugia en pequeños enclaves húmedos y protegidos de los extremos térmicos (Thomas & Polwart 2003). En la Península Ibérica habita en un amplio rango altitudinal, desde los 100 metros en Cantabria hasta los 2100 m en Sierra Nevada, pero en la mitad este de la Península queda relegado a elevaciones entre 500 y 1700 m (Cortés et al. 2000).

En Cataluña las tejedas son una comunidad vegetal más bien escasa y localizada, cubriendo superficies escasas, pero con una distribución bastante amplia. Se encuentran a lo largo de los Pirineos y sierras litorales, desde la Albera hasta Els Ports de Tortosa. En general, las poblaciones de tejo de Cataluña se sitúan en áreas de montaña, en zonas altas e inaccesibles como acantilados calcáreos, canales y umbrías; o bien en forma de tejos dispersos en varias comunidades vegetales hayedos, robledales, pinares o encinares. Esta situación también se puede observar en otras zonas de la cuenca mediterránea como Turquía (Kaya & Raynal 2001) o el norte de África (Cortés et al., 2000). A menudo la tejeda se hace más pura y / o el tejo aparece con las mismas proporciones que las otras especies de caducifolios, este hecho se replica en otros lugares del Mediterráneo como Córcega (Laguna & Gamisans 2007) o Sicilia (Bacchetta & Farris 2007).

El tejo suele ir acompañado por especies arbustivas y herbáceas mesófilas. Cuando la tejeda es densa, el sotobosque es de diversidad florística baja, constituido por algunas especies herbáceas esciófilas y pocos arbustos. En las zonas menos densas se mezclan las especies propias de la comunidad forestal dominante de pinares, encinares, hayedos o robledales.

El tejo se puede considerar como una especie de gran amplitud ecológica. Puede vivir en suelos de muy variada naturaleza, pobres o ricos en nutrientes; así como en toda clase de exposiciones, bajo sombra o con bastante luz. Sin embargo, prefiere siempre los lugares frescos, húmedos y sombríos. El principal factor limitante es el agua disponible, ya proceda del suelo o de la atmósfera (Cortés et al. 2000).



Figura 1. Tejeda de Cosp, (arriba a la derecha) inmersa en el paisaje mediterráneo de la Serra de Cardó, Sistema Prelitoral Meridional Catalán. Foto: Jordi Bas.



Figura 2. Esquema de una tejeda en cantil calizo del Sistema Prelitoral Meridional Catalán. Dibujo: Pere Rovira.

1. Factores que limitan el establecimiento de las tejedas mediterráneas

Factores climáticos

Se trata de una especie de óptimo ecológico atlántico templado, con clima centro o medioeuropeo (Cortés et al. 2000), que penetra en zonas de clima mediterráneo, con una pluviometría a partir de los 600 mm anuales y una humedad relativa del aire habitualmente por encima del 70%. Su óptimo emplaza a partir de 850-900 mm anuales. Tolerancia a amplitudes térmicas relativamente importantes, a pesar de rehúye la continentalidad. Mientras que en verano el factor limitante es la sequía, en invierno son las bajas temperaturas (sufre con las heladas prolongadas) las que dibujan el límite altitudinal de la especie y las que condicionan su ubicación en barrancos más protegidos (Serra 2009). Se ha observado que la niebla es un factor climático importante para los tejos que viven fuera de las zonas atlánticas (Cortés et al. 2000, Serra 2009).

Su localización en el interior del ámbito circunmediterráneo debe ligarse con la existencia de cadenas montañosas, donde sus condiciones térmicas e hídricas se parecen a las de su área óptima de Europa central y occidental. Para ocupar el mayor número posible de espacios, el tejo se reparte en una gran diversidad de ambientes. Su versatilidad climática, una vez satisfechas las necesidades hídricas mínimas para su supervivencia, supone una adaptación para contrarrestar la lentitud de su crecimiento. Incluso a veces se ve desplazado del territorio donde se encuentra su óptimo climático por la competencia de las frondosas, especies de un crecimiento más rápido (Sobrón 1985).

En el conjunto de la Península Ibérica el tejo se distribuye en áreas de clima atlántico, ambientes submediterráneos y también zonas mediterráneas, en estas últimas generalmente se refugia en las áreas más sombrías y frescas.

Factores topográficos

La topografía ejerce una gran acción en la diferenciación de microclimas locales. En los límites del área de distribución del tejo, como es este caso en el sur del mediterráneo, su papel llega a ser determinante (Sobrón 1985).

Su crecimiento lento, frugalidad y residencia mecánica, le permiten vivir en roquedos y riscos, generalmente de exposición umbría, donde la disponibilidad de agua es más alta, la insolación menudo es más baja y está expuesto a fuertes pendientes y a la caída de piedras. No es la situación óptima para el tejo, sino una consecuencia de la competencia con las frondosas y el efecto de las perturbaciones naturales o antrópicas.

La orientación en umbría es un fenómeno casi constante en la distribución de *Taxus baccata* en las áreas de clima mediterráneo, principalmente porque se mantienen las condiciones ambientales más frescas y húmedas y por la tolerancia a la sombra característica del tejo. En zonas de tendencia más atlántica el tejo es indiferente a la orientación de las laderas, prefiriendo a menudo las exposiciones más soleadas. En las montañas del centro y centro norte de la Península Ibérica predomina en orientaciones este, huyendo de las heladas. En la mitad sur se orienta casi sin excepción en exposición norte o en hondonadas sombrías.

La pendiente condiciona una serie de procesos mecánicos que, incidiendo tanto directamente sobre la vegetación como indirectamente a través de los suelos, favorecen el establecimiento del tejo delante de especies vegetales más exigentes. El tejo puede arraigar en pendiente pronunciada, superior habitualmente a los 25-30°. Adopta posiciones subverticales en escarpes rocosos.

Litología y edafología

Aunque mucha de la bibliografía señala la preferencia del tejo por los sustratos calcáreos, esta especie puede vivir en suelos de muy variada naturaleza. Sin embargo, en el área mediterránea es más abundante en los calcáreos que no silíceos, ya que si se trata de un suelo demasiado ácido lo rechaza. Aunque se asienta casi exclusivamente sobre suelos de carácter inicial, erosionados o litosuelos, su ausencia en los suelos bien desarrollados parece más una consecuencia de la competencia con otras especies leñosas, las cuales a su vez tienen dificultad para vivir en los suelos esqueléticos donde sí puede crecer el tejo.

La lentitud de su crecimiento hace que se vea superado a menudo por otras especies más competitivas en la colonización de los mejores suelos (Sobrón 1985), conformando comunidades mixtas o bien queda relegado al sotobosque o formando grupos de regeneración en los claros.

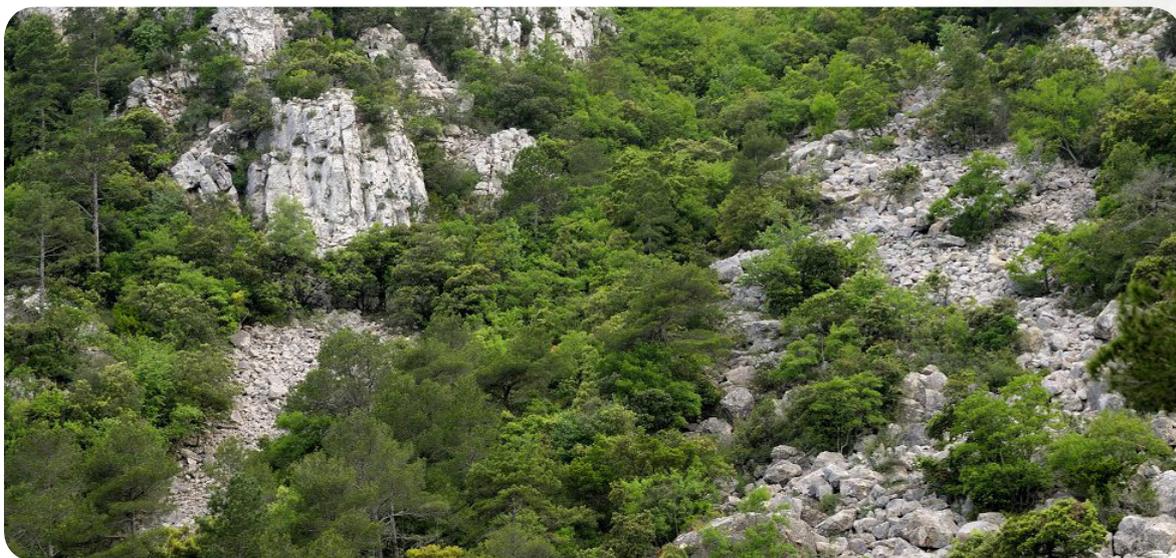


Figura 3. Barranco con tejos de bajo porte creciendo entre roquedos y canchales en la Serra de Llaberia, Sistema Prelitoral Meridional Catalán. Foto: Jordi Bas.

2. Tipología estructural de las tejedas

Desde el punto de vista de la estructura de las especies leñosas Caritat et al. (2015) clasifican las tejedas catalanas en 6 tipologías de bosque. Aunque llega a formar bosques densos, monoespecíficos o mixtos, a menudo aparece como especie acompañante más o menos abundante, de forma dispersa y en algunos casos formando grupos de regeneración alrededor de pies semilleros.

- **Tipo 1. Tejada densa.** Bosque bastante joven y bastante denso, dominado por tejos, acompañado principalmente por especies de *Quercus* bastante regular de estructura, dominada por clases diamétricas pequeñas y medianas.
- **Tipo 2. Bosque mixto de tejo con coníferas y frondosas.** Bosque cerrado y de estructura semirregular, con un estrato dominante de pinos adultos (*Pinus sylvestris*, *P. nigra* y / o *P. halepensis*) no demasiado denso, y un segundo estrato denso compuesto principalmente por encinas y tejo. Otras especies de hoja ancha (*Acer* sp. pl., *Ilex aquifolium*, *Sorbus* sp. pl., etc.) también son comunes como acompañantes.
- **Tipo 3. Tejada madura.** Bosque no muy denso de estructura semirregular, con un estrato dominante de individuos de tejo muy maduros y una segunda capa de árboles jóvenes con mezcla de especies (principalmente del género *Quercus*, *Pinus* y tejos).
- **Tipo 4. Encinar con tejo.** Matorral muy denso y regular de quercúneas, principalmente encina, con otras frondosas y presencia ocasional de pino y tejo.
- **Tipo 5. Hayedo con tejo.** De estructura semirregular y densidad notable de hayas, con tejos de clases jóvenes acompañantes y regenerado de haya.
- **Tipo 6. Pinar con tejo.** Fustal maduro no muy denso dominado por los pinos (*Pinus sylvestris* o *Pinus nigra*), con un estrato más joven de especies de *Quercus*, con tejo y otras frondosas. Sería similar al de tipo 2, pero con un estrato arbóreo más alto y denso.

La densidad total de las diferentes especies arbóreas en las tejedas bien conformadas van de los 2.000 pies/ha (Poblet) a 3.000 pies/ha (Alta Garrotxa), a partir de 2,5 cm de diámetro normal. La tendencia del tejo es aumentar su densidad en las zonas más septentrionales, con valores que van desde los 254 pies/ha (Poblet) a 528 pies/ha (Alta Garrotxa) (Águila et al. 2015). Son densidades bastante bajas si se comparan con los estudios de (Thomas & Polwart 2003) donde, en condiciones óptimas, en Dinamarca se han encontrado densidades de tejo de 1.388 pies/ha. Por el contrario, presenta densidades considerables si se comparan con las tejedas de Navarra que van de los 11 a los 240 pies/ha (Schwendtner et al. 2007). Las medias de altura obtenidas en Cataluña oscilan entre los 3,6 m y 7,9 m. (Caritat & Bas 2007, Águila et al. 2014). En las figuras 4 a 16 se recogen los datos dasométricos básicos para las principales zonas de actuación del proyecto Life TAXUS.

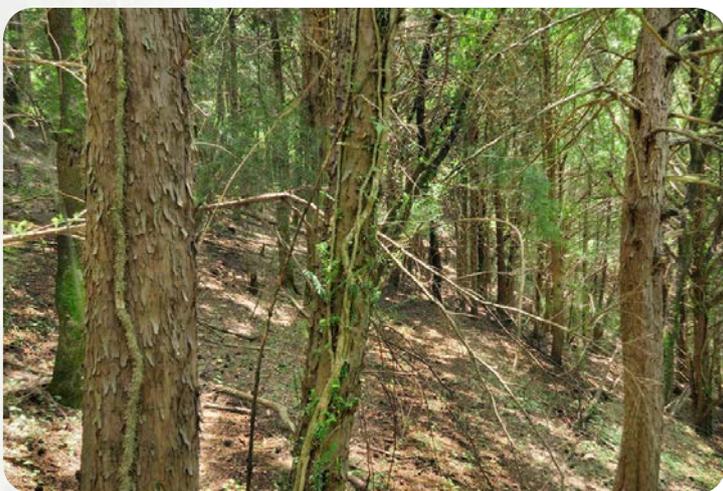


Figura 4. Tejada densa (tipo 1) sobre suelo profundo de Misedòs (Alta Garrotxa), con una altura dominante de los tejos de 15 m y diámetro medio de los tejos adultos de 10,4 cm (2,5 a 30,8 cm). La densidad de copas (81% de cobertura media), principalmente de tejo (66%) dificulta la regeneración de otras especies arbóreas. El sotobosque es muy pobre (10% de recubrimiento arbustivo y 2% de herbáceo) debido a la elevada cubierta arbolada y al pasto de vacas. Foto: Jordi Bas.



Figura 5. Tejada mixta (tipo 2) en el fondo del Barranco del Titllar (Bosque de Poblet), con una altura dominante de los tejos de 9,8 m y diámetro medio de 17 cm (4-29 cm). La densidad de copas es del 80% de cobertura media, con una cubierta del 53% de tejo en las zonas más densas. El sotobosque es poco denso en las zonas más cubiertas, con 25% de recubrimiento arbustivo y 10% de herbáceo (Vives 2006). Foto: Jordi Bas.

Figura 6. Tejada madura (tipo 3) sobre suelo pedregoso calizo de Cosp (Serra de Cardó), con una altura dominante de los tejos de 8,1 m y diámetro medio de los tejos adultos de 41 cm (17 a 65,5 cm), con pino laricio (*Pinus nigra*) acompañantes de grandes dimensiones. La densidad de copas es del 55% de cobertura media, principalmente tejo (47%). El sotobosque es escaso (21% de recubrimiento arbustivo y 6% de herbáceo) debido en parte al pasto de cabras. Foto: Jordi Bas.



Figura 7. Tejada mixta con encinar (tipo 4) sobre suelo pedregoso en la Serra de Llaberia, con una altura dominante de los tejos de 15 m y diámetro medio de 9,8 cm. La densidad de copas es del 81% de cobertura media, principalmente de tejo (66%). El sotobosque suele ser pobre (10% de recubrimiento arbustivo y 2% de herbáceo) debido a la elevada densidad arbórea, pero llega a ser denso y dominado por zarzaparrilla (*Smilax aspera*) y/o durillo (*Viburnum tinus*) en los claros y rodales menos densos (Camprodon et al. 2010). Foto: Jordi Bas.

Figura 8. Hayedo con pequeños rodales de tejo (tipo 5) en el Pla de la Calma (Montseny). La altura dominante de los tejos es de 4,6 m y diámetro medio de 10,4 cm. La densidad de copas es entre el 40 y 80% según la densidad de tejos. El sotobosque suele ser pobre (10% de recubrimiento arbustivo y 5% de herbáceo y musgos) debido a la elevada densidad arbórea. Foto: Antònia Caritat.





Figura 9. Pinar con tejo (tipo 6) en la Alta Garrotxa. La altura dominante de los tejos es de 5,7 m y diámetro medio de 4,1 cm. La densidad de copas es del 80% de cobertura media, donde el tejo ocupa entre el 20 y el 40% como especie codominante acompañante y, a la vez, formando un subvuelo arbóreo. El sotobosque suele ser pobre (5% de recubrimiento arbustivo y 5% de herbáceo y musgos), debido a la elevada densidad arbórea. Foto: Jordi Bas.

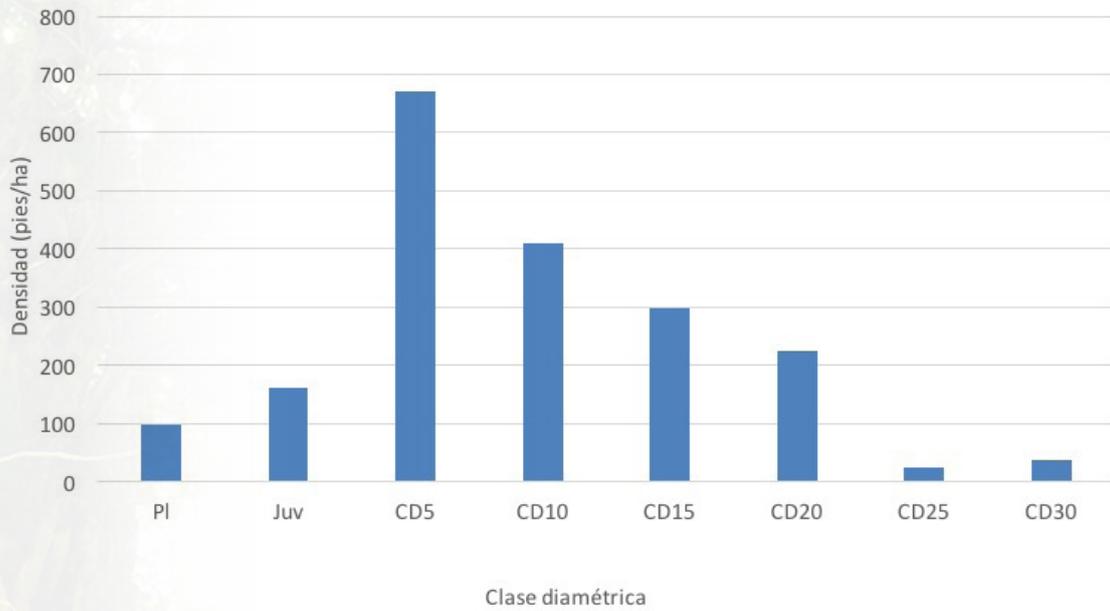


Figura 10. Distribución por clases diamétricas del tejo en la tejeda de Miscelòs (Montagut, Alta Garrotxa). PI: plantones (h <1,3 m), juv: juveniles (h > 1,3m y <2,5 cm de diámetro normal). Foto: Jordi Bas.

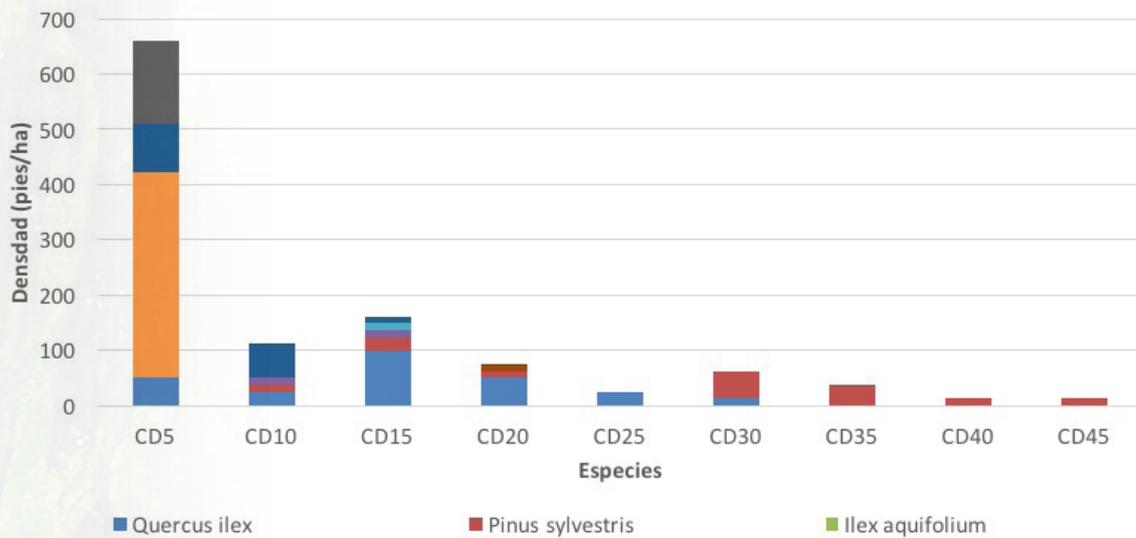


Figura 11. Distribución por clases diamétricas de especies acompañantes en la tejeda de Miscelòs (Montagut, Alta Garrotxa).

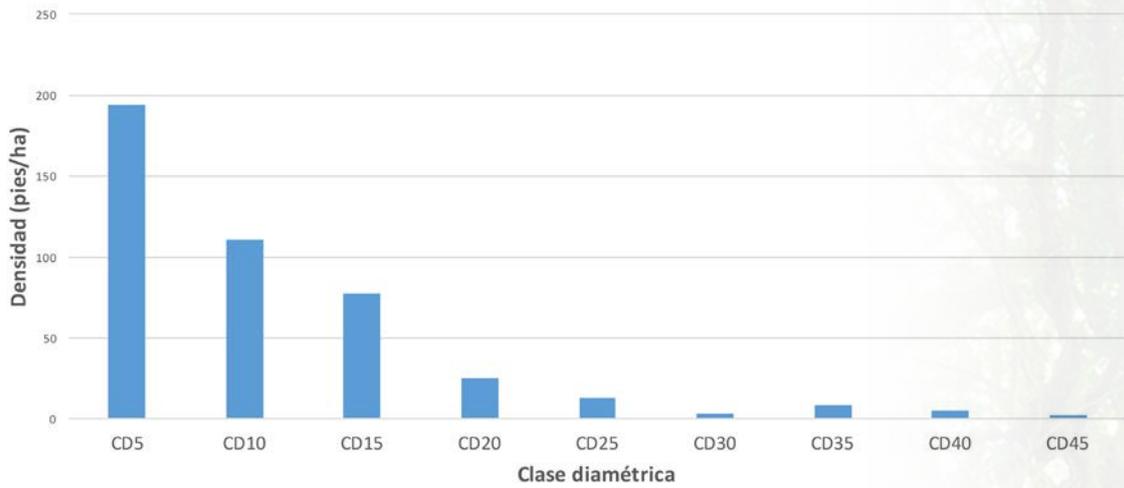


Figura 12. Distribución por clases diamétricas del tejo en la tejeda del Barranco del Titllar (Vimbodí i Poblet, Bosc de Poblet). El regenerado hasta 2,5 cm de diámetro normal no se ha representado por razones de escala; representa una media de 1.078 pies/ha.

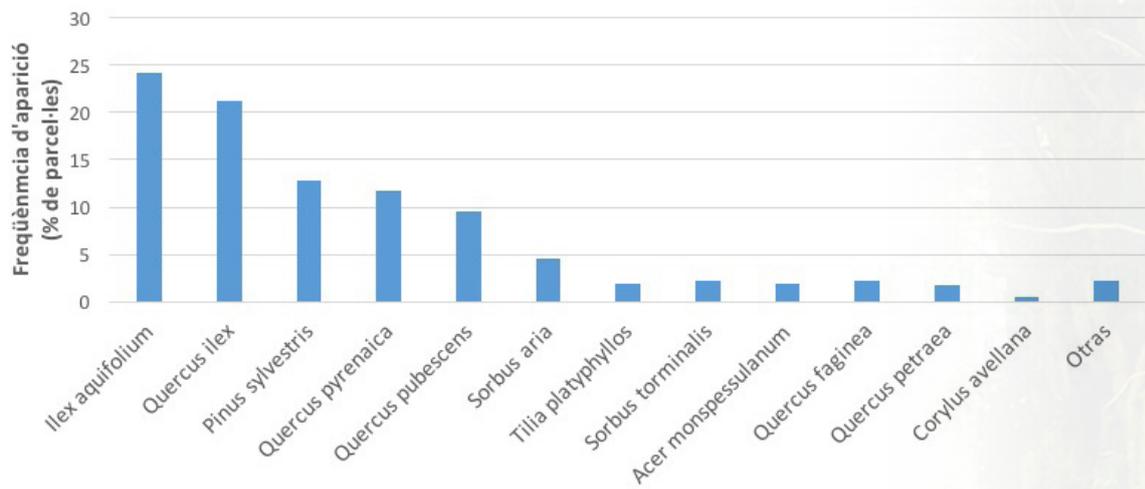


Figura 13. Distribución porcentual por clases diamétricas de especies acompañantes en la tejeda del Barranco del Titllar (Vimbodí i Poblet, Bosc de Poblet).

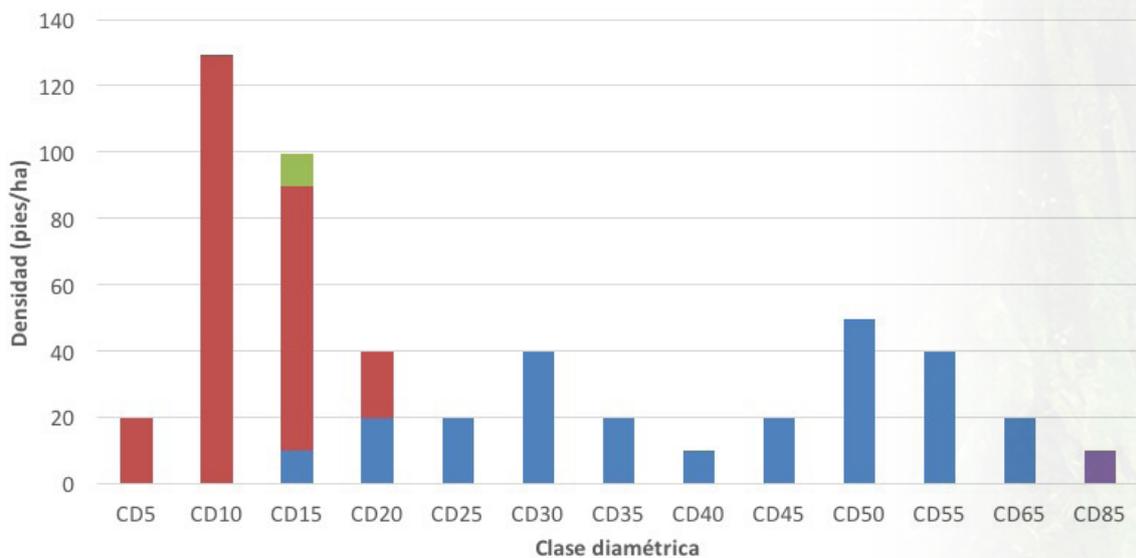


Figura 14. Distribución por clases diamétricas de la tejeda de Cosp (Rasquera, Serra de Cardó). Sin presencia de regenerado ni juveniles de tejo en las estaciones muestreadas.

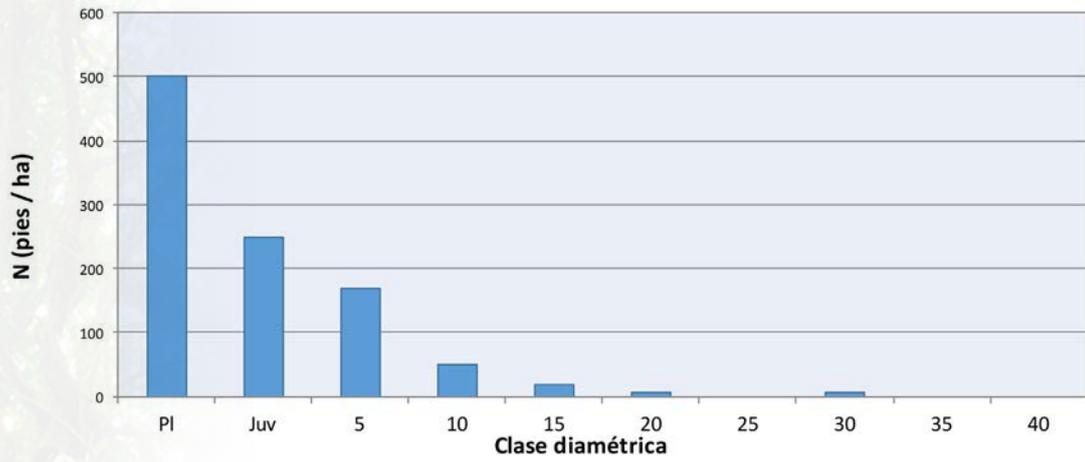


Figura 15. Distribución por clases diamétricas del tejo en las tejedas de Serra de Llaberia (Capçanes-Colldejou). Pl: plántones (h <1,3 m), juv: juveniles (h > 1,3m y <2,5 cm de diámetro normal).

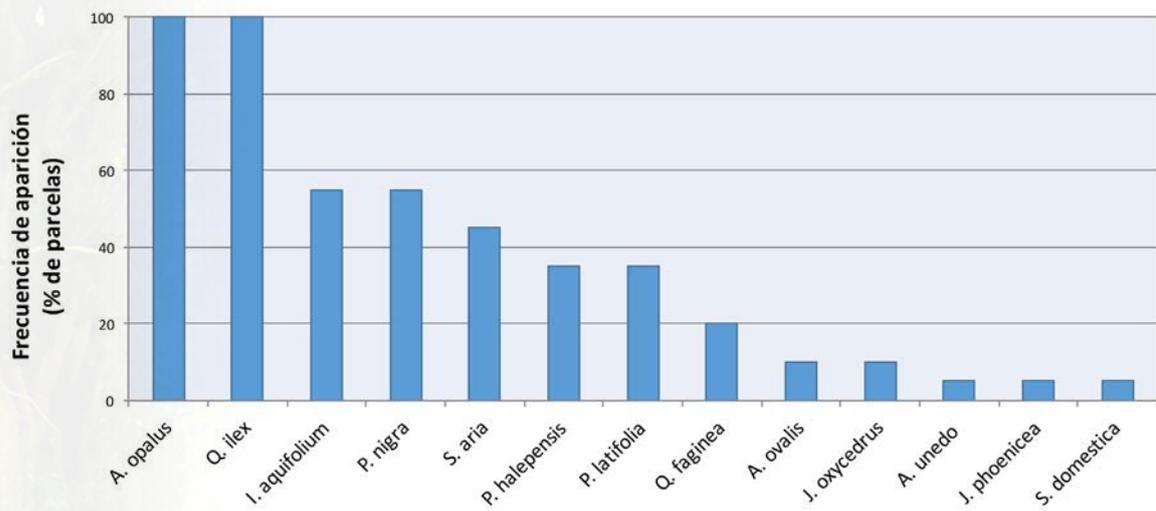


Figura 16. Distribución porcentual por clases diamétricas de especies acompañantes en las tejedas de la Serra de Llaberia (Capçanes-Colldejou).



3. Tipología florística de las tejedas

La amplitud ecológica del tejo le permite establecerse en comunidades vegetales de distribución biogeográfica diversa: eurosiberianas propias de clima atlántico (hayedos y bosques caducifolios mixtos), submediterráneas (robledales y pinares de pino silvestre o de pino) y mediterráneas (encinares de montaña). Mayoritariamente lo encontramos en bosques pero también aparece en comunidades arbustivas. En un análisis inicial del comportamiento fitosociológico del tejo en toda la Península Ibérica hecha por Lence et al. (2010), el tejo se encuentra en más de 70 asociaciones vegetales adscritas a las diferentes clases sintaxonómicas, las cuales demuestran la diversidad de ambientes en que puede vivir el tejo.

A escala ibérica podemos separar dos grandes tipologías de comunidades donde se hace el tejo: 1) el área atlántica del norte y del oeste, donde el tejo va asociado sobre todo en los bosques caducifolios de ambientes más húmedos e higrófilos como hayedos, abedulares e incluso en bosques de ribera (Romero 1993, Sanz et al. 2007, Schwendtner et al. 2007, Lence et al. 2011, Rodríguez et al. 2011, Portela-Pereira 2016); y 2) el arco mediterráneo que se extiende desde Aragón y Cataluña hacia las montañas del sur de la Península, donde el tejo va asociado principalmente a comunidades mediterráneas y submediterráneas (robledales, pinares y encinares) (Nuet & Parareda 1982, Alcober et al. 1988, Costa 2007, Andrés et al. 2007, Medrano 2007).

Sólo hay una comunidad descrita de las tejedas en toda la Península Ibérica, la asociación *Sanicula europaea-Taxetum baccatae*, descrita inicialmente en Cataluña (Bolòs 1967) y que se encuentra también en Aragón (= *Taxo baccatae-Tilietum platyphylla*, Pitarch 2002). Es una comunidad forestal mesófila con una elevada riqueza en especies eurosiberianas. El estrato arbóreo denso está constituido por *Taxus baccata* y algunos caducifolios como *Sorbus aria*, *Acer opalus*, *Populus nigra*, *Tilia platyphyllos*, *Ulmus glabra* o *Fraxinus excelsior*. El estrato arbustivo está dominado por *Corylus avellana*, *Ilex aquifolium*, *Hedera helix* o *Daphne laureola*. El estrato herbáceo, está caracterizado por la presencia de plantas mesófilas como *Sanicula europaea*, *Poa nemoralis*, *Campanula Trachelium*, *Brachypodium sylvaticum*, *Aquilegia vulgaris*, *Lilium martagon*, etc. En los enclaves más abruptos, la comunidad se empobrece en especies y pueden aparecer algunas plantas rupícolas (Bolòs 1967).

A partir del análisis de coordenadas principales de los inventarios publicados en el Banco de Datos de Biodiversidad de Cataluña donde el tejo está presente con un recubrimiento superior al 5% y otros inéditos realizados en tejedas catalanas en el marco del proyecto Life TAXUS (Capdevila & Casas 2014), las tejedas se separan claramente en diferentes tipologías florísticas, que se pueden sintetizar en tres grandes grupos biogeográficos:

1. Hayedos con tejo y núcleos de tejos que asociados a los hayedos

Bosques ricos en especies nemorales de ambientes húmedos y de distribución atlántica, características del orden *Fagetalia* y de la alianza *Fagion*. Se encuentran en zonas de montaña con clima atlántico y húmedo por ejemplo en el Montseny y Els Ports.

2. Robledales submediterráneos, pinares de pino silvestre y encinares de montaña con tejo y tejedas del Saniculo-Taxetum

Son los bosques característicos de la montaña con clima submediterráneo, con especies características de los bosques caducifolios de la alianza *Quercetalia pubescentis* y del orden *Quercion pubescentis-petraeae*. En este grupo se incluyen muchas de las tejedas que encontramos en la parte central y septentrional de Cataluña y en el Prepirineo (Montserrat, Serra d'Odèn, Alta

Garrotxa y Osona) y también en algunas montañas del Sur de Cataluña (Els Ports y Prades).

3. Encinares litorales y pinares mediterráneos de pino o de pino carrasco con tejo

Las tejedas que encontramos en las sierras prelitorales del sur de Cataluña, como la Serra de Llaberia y la Serra de Cardó van ligadas a los encinares de tipo litoral. Las especies que acompañan el tejo son plantas de distribución mediterránea y características de los encinares (de la clase *Quercetea ilicis* y de orden *Quercetalia ilicis*). Generalmente estas tejedas se sitúan en las laderas umbrías y en los pies de riscos de las montañas de las cordilleras litorales, donde se mantiene una humedad ambiental más elevada, la cual permite que salgan también algunas especies mesófilas, submediterráneas, propias de los bosques caducifolios de la clase *Querceto-Fagetea*.

A partir de este análisis se concluye que las tejedas presentes en Cataluña van asociadas a tres grandes tipologías de bosques: hayedos, robledales y encinares, los cuales se distribuyen en un gradiente altitudinal y también de distribución biogeográfica (atlántico - submediterráneo - mediterráneo) relacionado con un gradiente de humedad ambiental y edáfica.

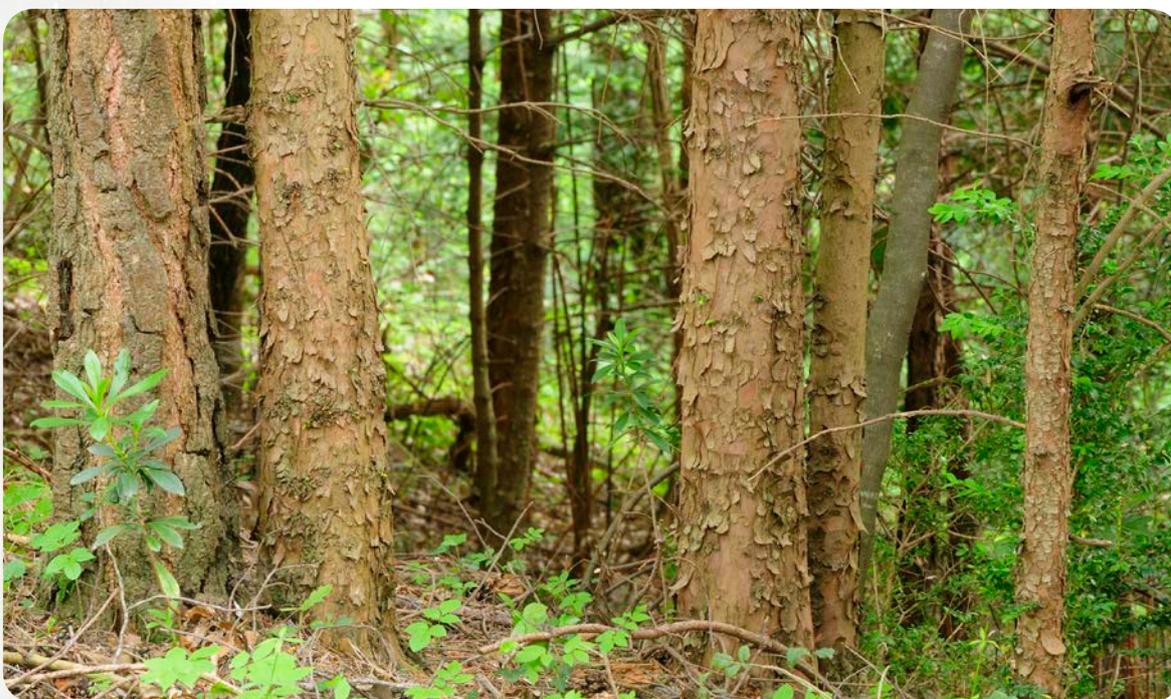


Figura 17. Sotobosque de la tejeda densa a Miscelòs (Alta Garrotxa). Foto: Jordi Bas.

3.3. Dinámica del hábitat

Hasta entrado el siglo XX, muchos terrenos forestales europeos se mantuvieron abiertos para cultivos y pasto, o en baja densidad de arbolado para aprovechamientos de leña y madera. La sucesión hacia condiciones de monte más cerradas se produjo cuando estas prácticas fueron abandonadas paulatinamente (Peterken 1996). La recuperación del bosque ha favorecido, en parte, cierta recuperación de las tejedas mediterráneas, inmersas en un panorama general de regresión como especie (tejo) y comunidad (ver capítulo 4.6). No obstante, aunque el tejo tolera bien la sombra (Thomas & Polwart 2003), el cierre de las masas arboladas y el aumento de competencia conduce a un escaso reclutamiento y a la mortalidad de los adultos (Iszkuło 2010, Ruprecht et al. 2010, Dhar et al. 2007). En cambio, tal y como demuestran estudios experimentales, la apertura de la cubierta arbolada de forma moderada favorece su expansión (Svenning & Magård 1999, Camprodon et al. 2015). Las tejedas catalanas son en general poblaciones relativamente jóvenes -con alguna excepción- en las que se observa una clara dominancia de plántones, juveniles y adultos de clases diamétricas de menor tamaño y poca densidad de pies de clase diamétrica 20 y superiores (ver capítulo 3.2). Los procesos de regeneración y evolución de las tejedas catalanas hacia comunidades más maduras dependen de varios factores que interactúan (figura 1). En este capítulo comentaremos más en detalle el proceso de la dispersión y cómo influye en la regeneración de las tejedas.

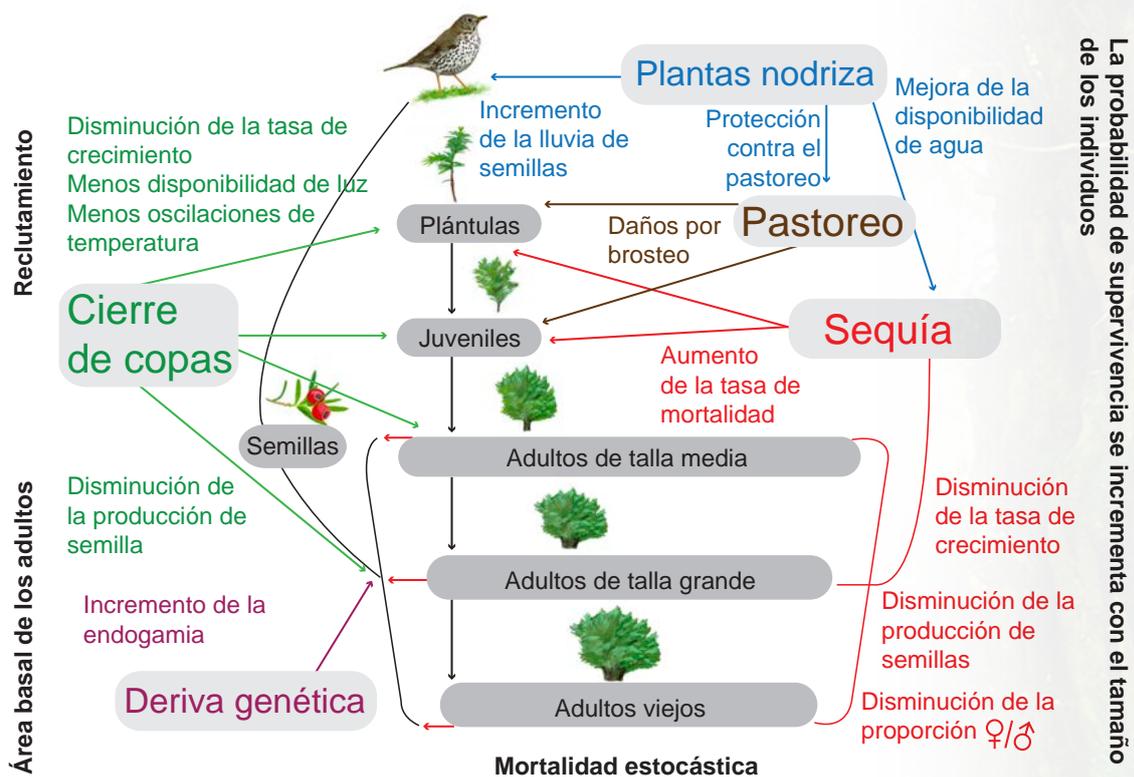


Figura 1. Etapas de crecimiento del tejo en relación con las variables ambientales que influyen en su reclutamiento y madurez: plantas tutoras, herbivoría, sequía, cierre de copas (competencia) y deriva genética. El grueso de las flechas representa la dimensión teórica del efecto de las variables. Original de Linares 2013. Dibujos: Anna Gallés.

A pesar de que el tejo puede reproducirse vegetativamente por raíces adventicias, sobre todo cuando es viejo, la regeneración de las tejedas depende de la reproducción sexual y, en buena parte, de la estrecha relación de mutualismo entre las plantas y los animales dispersores (o dispersantes) de semillas (zoochoria). En este mutualismo, los animales obtienen un alimento generalmente abundante y de alto contenido calórico, y la planta consigue la dispersión sus semillas desarrollando el arilo, una estructura carnosa rica en azúcares y de color atractivo que rodea la semilla. Los individuos de tejo

tienden a agruparse en formaciones más o menos densas llamadas tejedas. En la conformación de las tejedas participan otras leñosas zoócoras, que comparten con el tejo ciertos animales dispersores de semillas, formando un complejo entramado (red) de interacciones ecológicas (Martínez et al. 2008, Lavabre 2008, García et al. 2013, Peredo et al. 2013). La estructura heterogénea de esta red, como ocurre en otras regiones (cordillera Cantábrica) puede sugerir una fuerte complementariedad funcional, cuando las interacciones se organizan principalmente en dos subgrupos de especies: uno formado por árboles, dispersados eminentemente por pájaros, tales como el acebo, y otro compuesto por arbustos, tales como la zarzamora, dispersados preferentemente por mamíferos. En esta red hay también especies como el tejo que pueden ser dispersadas tanto por aves como por mamíferos.

En los montes Cantábricos se ha determinado que, a pesar de las muchas semillas que toman las aves de los árboles, la gran mayoría de semillas son finalmente regurgitadas o defecadas bajo las copas de individuos adultos, o bajo otras plantas de fruto carnosos y árboles percha (García 2007). Precisamente, la cubierta protectora de los árboles percha, como el pino silvestre, pino negral y el pino blanco, suponen unos de los lugares donde hay un reclutamiento más efectivo de tejo en los ambientes secos mediterráneos. Muy pocas semillas son depositadas fuera de la cubierta arbolada. Una vez dispersadas, los roedores, sobre todo el ratón de campo, depredan la mayor parte de las semillas (Tittensor 1980, Hulme & Borelli 1996). A pesar de ello, después de la dispersión. En general, las pequeñas plántulas tienen una altísima tasa de mortalidad durante los primeros años de vida, sobre todo debido al pisoteo y consumo por ungulados silvestres y domésticos. Sin embargo, una pequeña parte logra sobrevivir, en particular las que han tenido la suerte germinar cubiertas por plantas nodriza, es decir, matas espinosas como la zarzaparrilla y la zarzamora al Sistema Prelitoral Catalán (Camprodon et al. 2015) o el acebo en los montes Cantábricos (García & Obeso 2003).

El camino que debe seguir una joven plántula de tejo hasta convertirse en un árbol adulto y de buen porte puede verse truncado por la excesiva exposición a la luz o bien por un exceso de sombra y competencia (Schwendtner 2007 & Ruprecht et al. 2010). A propósito, el exceso de sombra también puede inhibir la producción de flores y frutos (Iszkuło & Boratynski 2006, Dhar et al. 2007). Sin embargo, puede sobrevivir mortecino como estrato acompañante, alargando extraordinariamente sus ramas laterales buscando la luz, a la espera de que sus competidores menos longevos decaigan. Y en longevidad pocos árboles lo rebasan, ya que es capaz de vivir más de 2000 años de años en condiciones naturales (Tabbush & White 1996) y conservar la capacidad de producir brotes verticales hacia el cenit del claro abierto.

A una escala de paisaje, aparte de las condiciones microclimáticas y edáficas, la distribución de las plantas leñosas productoras de fruto carnosos, depende de los procesos de dispersión y sus condicionantes. Y aquí, tal como mencionan Schupp (1993) y Jordan & Schupp (2000), intervienen varios factores: a) el emplazamiento de las plantas en rodales de bosque extensos o en todo caso, no demasiado fragmentados; b) la densidad de plantas productoras de fruto y la concentración de fruto producido, de forma que sean bien visibles y atractivas para los animales; c) la alternancia de especies productoras de fruto que puedan atraer dispersantes y actuar de cebo hacia plantas vecinas menos numerosas o poco vitales, de la misma o distinta especie; d) el tipo y abundancia de los dispersores presentes. Estos factores pueden aplicarse también al tejo y a otras especies zoócoras de su hábitat.

La dispersión a distancia y fuera del bosque dependerá del comportamiento de cada especie animal. Mientras los carnívoros permiten una dispersión a larga distancia, favoreciendo el intercambio genético entre poblaciones (Levin et al. 2003), la mayoría de aves son poco proclives a desplazarse por las zonas abiertas sin cobertura forestal (Morales et al. 2013), supuestamente

por la mayor protección contra la depredación que ofrece la cubierta arbolada. Tanto es así que se ha señalado a la fragmentación de los bosques montanos como causa responsable de la reclusión del tejo en las zonas menos deforestadas en el interior de las manchas de bosque (García et al. 2015). En las tejedas catalanas la mayor dispersión observada durante el transcurso del proyecto Life TAXUS se ha producido gracias a individuos migradores de zorzal común y mirlo capiblanco (Guixé et al. 2015). Sólo una escasa proporción de semilla era movilizada por aves sedentarias (por ejemplo, petirrojo, mirlo, zorzal charlo, arrendajo y paloma torcaz) y por carnívoros (figura 2). Sin embargo, no debe menospreciarse la acción dispersiva de las aves residentes, en beneficio de la cohorte de árboles y arbustos propios de las tejedas, tal como se ha detectado en ambientes cantábricos (García 2016). Las aves de espacios abiertos arbolados, como el zorzal charlo y el mirlo capiblanco podrían influir decisivamente en la propagación del tejo fuera del bosque.

Los estudios en tejedas ibéricas han establecido diferentes “paisajes de dispersión” que varían según los años (García et al. 2015) y que se han establecido a partir de la complejidad de la red de plantas productoras de fruto carnoso y sus dispersores (figura 3). Estos paisajes varían, espacialmente, en función de la distribución de las plantas y temporalmente, según los buenos años de producción de semilla, en el caso de las plantas con vecería. Por ejemplo, en los otoños de mayor fructificación en los claros (espino albar), las aves dispersan más cantidad de semillas desde dentro el bosque hacia estas áreas (que son más visitadas), situación que puede favorecer la expansión del tejo en zonas abiertas (figura 4). El tejo produce frutos de manera más o menos constante cada año -aunque hay años con más producción que otros- y es dispersado tanto por aves como mamíferos, con lo cual puede amortiguar las diferencias entre los paisajes de dispersión.

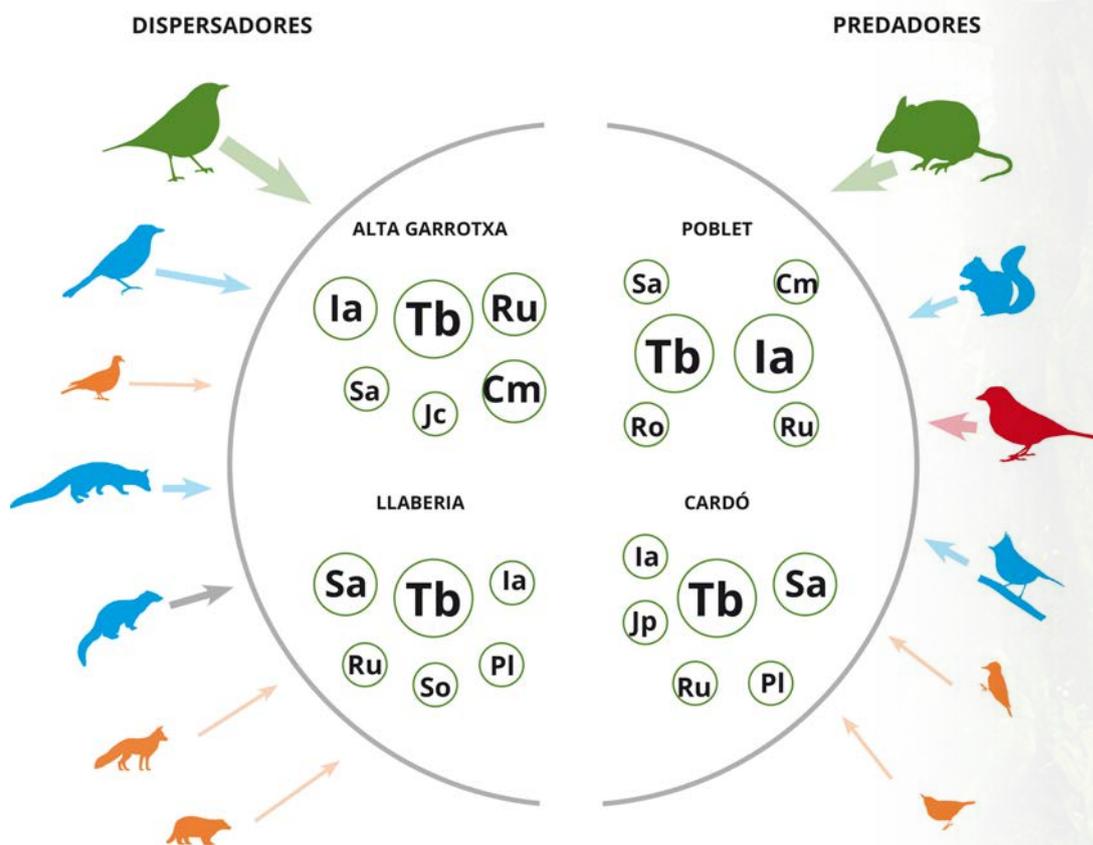


Figura 2. Composición de la red de árboles y arbustos dispersados por animales en las tejedas catalanas y principales dispersadores y predadores de semillas, de un total de 19 dispersadores (12 aves i 4 carnívoros) y predadores potenciales (11 aves y 3 roedores). El grueso de las flechas y el tamaño de los círculos indica la abundancia de las especies. Cm: *Crataegus monogyna*; Ia: *Ilex aquifolium*; Jc: *Juniperus communis*; Jp: *Juniperus phoenicea*; Pl: *Phillyrea latifolia*; Ru: *Rubus ulmifolius*; Sa: *Smilax aspera*; So: *Sorbus ària / domestica / aucuparia*; Tb: *Taxus baccata*. Dispersadores (de arriba a abajo): zorzal común y otros túrdidos, arrendajo, paloma torcaz, ginetá, garduña, zorro y tejón. Predadores (de arriba a abajo): ratón de campo, ardilla roja, pinzón vulgar, herrerillos y carboneros, pico picapinos y trepador azul. A partir de Guixé et al. 2015. Dibujos de Anna Gallés.

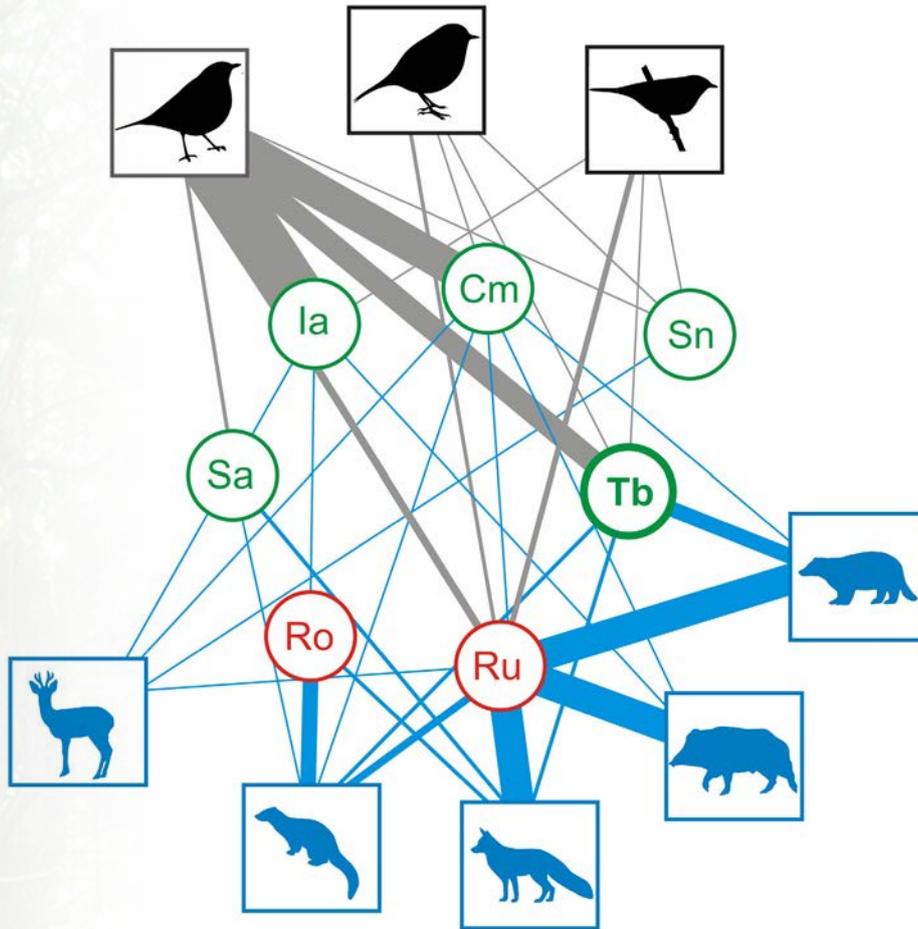


Figura 3. Rede de interacciones de dispersión de semillas entre árboles (verde; Cm: *Crataegus monogyna*; Ia: *Ilex aquifolium*; Sa: *Sorbus aria* / *aucuparia*; Sn: *Sambucus nigra*; Tb: *Taxus baccata*) y arbustos (rojo; Ro: *Rosa* sp.; Ru: *Rubus fruticosus* / *ulmifolius*) de fruto carnoso y aves (en negro; de izquierda a derecha: zorzales *Turdus* sp., petirrojo *Erithacus rubecula*, currucas *Sylvia* sp.) y mamíferos (en azul; de izquierda a derecha: cérvidos *Cervus* / *Capreolus*; *Martes* sp.; zorro *Vulpes vulpes*; jabalí *Sus scrofa*; tejón *Meles meles*) en los bosques secundarios de la Cordillera Cantábrica. El grueso de los vínculos es proporcional a la proporción de semillas dispersadas. Basado en Martínez et al. (2008), Lavabre (2008), García et al. (2013) y Peredo et al. (2013). Ilustraciones de Anna Gallés.

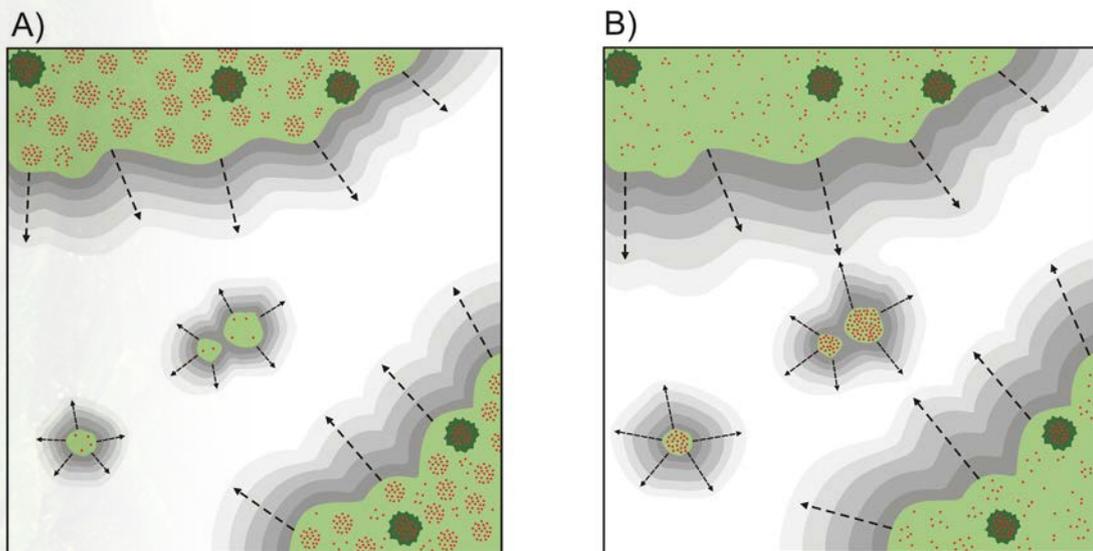


Figura 4. A) Representación de la distribución de las semillas de tejo dispersadas por aves, desde el borde de la cubierta arbolada (verde claro, tejos adultos en verde oscuro) hacia la matriz deforestada (pasto) en la Cordillera Cantábrica, en un año con muchos frutos (por ejemplo acebo, en rojo) en el interior del bosque. Las bandas grises y las flechas representan una densidad de semillas decreciente con la distancia. B) En años con pocos frutos en el bosque, pero con fructificación intensa en los árboles aislados (por ejemplo espinos blancos), aumentan el área de pasto que recibe entonces y las distancias de dispersión. Original de García et al. 2015.

3.4. Distribución del tejo en Europa, en la Península Ibérica y en Cataluña

La familia de las Taxacias comprende unas 15 especies, repartidas entre 5 géneros, la mayoría extendidas por el Hemisferio Norte. En Europa hay localizado sólo un género con una sola especie: el tejo europeo *Taxus baccata*, un árbol de crecimiento lento y larga vida, un relicto superviviente de la transición del Cretácico al Terciario, hace unos 66 millones de años (Hao et al. 2008). Las trazas polínicas pleistocénicas indican que extendió su distribución durante los periodos interglaciares, donde se convirtió en una especie más común y significativa en la composición de los bosques europeos de lo que lo es actualmente (de Beaulieu et al. 2001, Müller et al. 2003, Koutsodendris et al. 2010). Parece ser que el tejo colonizó el continente desde el este y que las poblaciones europeas difirieron en dos grupos genéticamente bien diferenciados, uno occidental y el otro oriental. Las poblaciones ibéricas estarían incluidas dentro del grupo occidental, que incluiría el sur y oeste europeo desde la Península Ibérica hasta Grecia, incluyendo Irlanda y Gran Bretaña; las poblaciones orientales incluirían el centro y este de Europa (Mayol et al. 2015). Según estos autores, en esta divergencia parece que ha jugado un papel más importante la temperatura que la disponibilidad de agua durante los periodos interglaciares cálidos.

El tejo europeo se distribuye desde el sur de Noruega hasta el norte de África, Oriente Próximo, Madeira y Azores, en áreas fragmentadas y con núcleos dispersos, sobre todo en el sur del área de distribución (García et al. 2001, figura 1). Al este presenta su límite en el Cáucaso y es relativamente habitual en las montañas de Turquía y el norte de Irán (Cortés et al. 2000). Se ha extinguido de algunas localidades centroeuropeas y en otras está en peligro inminente, como es el caso de las Azores (Schirone et al. 2010).

En la Península Ibérica el tejo se encuentra en casi todos los sistemas montañosos, especialmente en la mitad norte, faltando sobretodo en el cuadrante suroccidental. En el ámbito mediterráneo resultan ser más escasos, pero aún se encuentran rodales dominados por tejo en el Prepirineo, montañas litorales de Cataluña, Alt Maestrat, Cuenca, Alto Tajo, sierras valencianas, Sistema Central y Montes de Toledo (figura 2).

En cuanto a Cataluña se encuentra en varios puntos del país (figura 3): desde el Pirineo (Valle de Aran y el Montsec, a las Corberes y la Albera), sigue por las sierras litorales (montañas Olositánicas y Catalanídicas) hasta Els Ports (Bolòs & Vigo 1989).

A pesar de la distribución más o menos extendida del tejo como especie acompañante dispersa en bosques de tipo centroeuropeo y mediterráneos catalanes, como comunidad vegetal su superficie es muy escasa. El Life TAXUS ha llegado a delimitar hasta 303 ha de rodales de bosque con mayor o menor densidad de tejos. En la mayor parte de estos rodales el tejo es abundante como acompañante codominante o formando un estado subordinado. Sólo unos 25 rodales de 2 ha de superficie media, que suman unas 78 hectáreas, pueden considerarse tejedas, donde el tejo es dominante o forma una comunidad mixta con frondosas y coníferas (tabla 1).

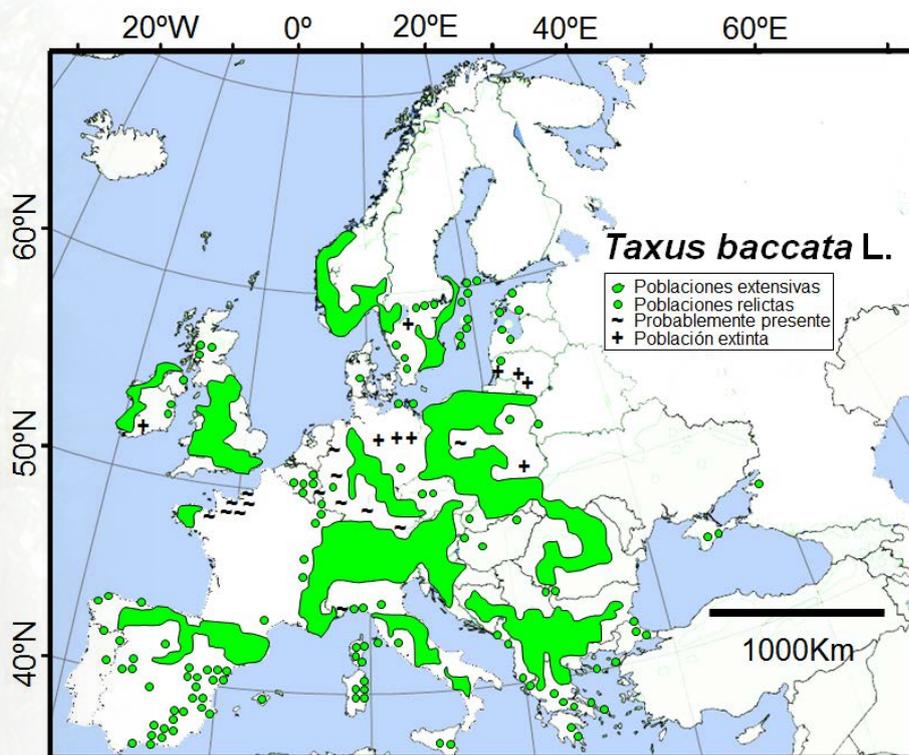


Figura 1. Distribución del tejo en Europa. Fuente: Linares (2013), revisión a partir de Jalas & Suominen (1973).

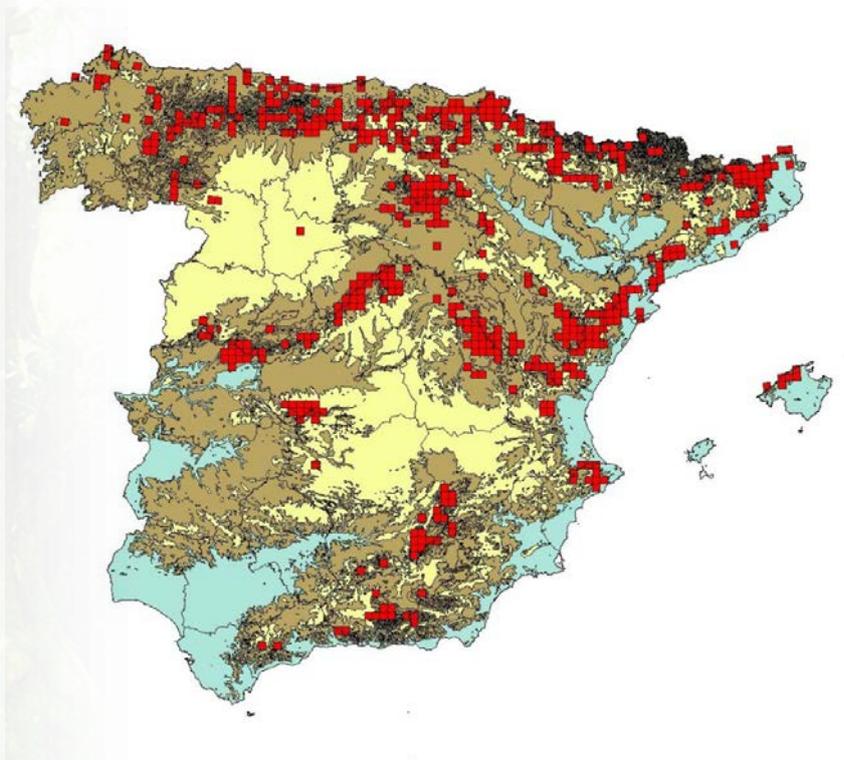


Figura 2. Distribución del tejo en España. Modificado de Serra & Garcia Martí 2010.

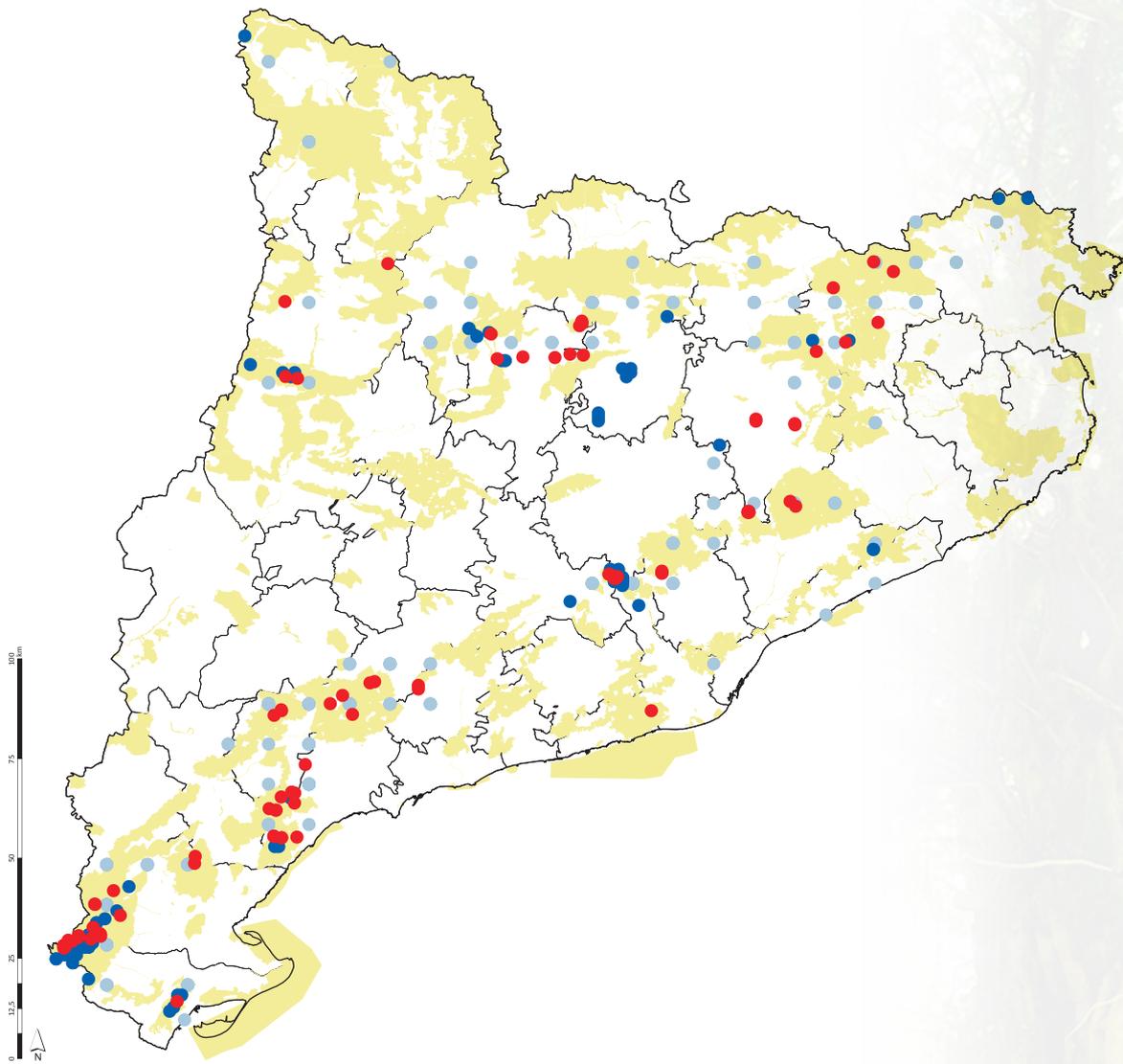


Figura 3. Distribución del tejo en Cataluña. Puntos rojos: tejadas y presencia de tejos (Life TAXUS, CTFC); puntos azul oscuro: presencia de tejos según cuadrícula 1x1 km (BIOCAT); puntos azul claro: presencia de tejos en centroide de 10x10 km (BIOCAT). En amarillo se destaca la Red Natura 2000. Fuente: CTFC & Banco de Datos de Biodiversidad de Cataluña (BIOCAT), Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya (2016).

Tabla 1. Relación de tejedas y zonas con cierta densidad de tejos como especie acompañante inventariadas por Life TAXUS. Se incluye la superficie y la ZEC a la que pertenecen.

Localidad	ZEC	Tejeda	Superficie (ha)
Alta Garrotxa	ES5120001. Alta Garrotxa-Massís de les Salines	L'Orri	4,9
		Llongarriu	1,3
		Misceclós	8,2
Ribera Salada ¹	ES5130028. Ribera Salada	Obaga del Vilar	48,1
Savassona	ES5120012 Les Guilleries	Savassona	0,5
Turó de l'Home	ES5110001 El Montseny	Turó de l'Home	0,5
La Calma		Font del Vilar	0,5
Serra de Montserrat	ES5110012. Montserrat-Roques Blanques-RiuLlobregat	Canal delsArinjols	2,2
Montsec	ES5130015. Serra del Montsec	Barranc de la Fontfreda	0,2
Bosc de Poblet ²	ES5140008. Muntanyes de Prades	Baga de la Pena	85,0
		Barranc del Titllar	60,0
		BarrancdelsTorners	6,3
Vall de Montblanc		Obaga de la Vall de Montblanc	7,0
		Pasquala i Ermita de Sant Joan	1,3
		Mas de Mateu	0,5
		Cogullons	0,9
Serra del Montsant	ES5140017. Serra de Montsant-Pas de l'Ase	Clot o Racód'en-Guasc	3,6
Serra de Llaberia ³	ES5140009. Tivissa-Vandellós-Llaberia	Barranc del Teixar	3,8
		Escambellet	1,2
		Barranc de la Canyera	0,9
		La Mafla	0,5
		Mola de Perelló	0,5
		Los Borjos	0,5
		Canal Fosca	0,9
		Font de la Coma	0,5
		Clots - Tossetes	0,6
		Font de l'Avellar	1,4
		Canal del Roc	2,4
		Font de l'Om	2
		Bullidor	3,1
Serra de Vandellós ⁴	ES5140009. Tivissa-Vandellós-Llaberia	Camí de Pratedip - Esquirol	3,3
		Coll del Guix	0,7
		Mas del Ramer	0,8
		Zonas de presencia	6,6
		Zonas de presencia	33,8
Rasquera	ES5140006. Serres de Cardó - El Boix	Cosp	6,1
Cardó-Benifallet ³		Los Teixets	1,7
Els Ports ⁴	ES5140011. Sistema Prelitoral Meridional	Zonas de presencia	0,4
Total			302,8

¹ La zona densa de tejeda de l'Obaga del Vilar suma 2,5 ha.

² Las zonas de tejeda densa suman unas 20 ha.

³ Las zonas de tejeda densa ocupan 17,8 ha, localizadas sólo a la Serra de Llaberia.

⁴ Zonas de presencia de tejo sin formar hábitat denso.

3.5. Usos históricos y protección legal

Desde el Neolítico, muchos registros arqueológicos demuestran la utilización de las tejedas y la madera de tejo en particular para la fabricación de herramientas y armas, tales como lanzas, mangos de hachas, dagas, y sobre todo arcos (Thomas & Polwart 2003). Coles et al. (1978) enumeran hasta 18 artefactos hechos de madera de tejo desde la prehistoria, en Gran Bretaña e Irlanda. La concentración del alcaloide llamado taxina, que se encuentra en todo el árbol (excepto el arilo) se había utilizado como veneno. Está documentada la unta de puntas de flechas y la práctica del suicidio bebiendo un brebaje de tejo en la cultura celta, celtibera y romana. En medicina tradicional el tejo se había utilizado con moderación por sus propiedades antihelmínticas, abortivas y analgésicas, entre otros usos más restringidos (Cortés et al. 2000). La fabricación de arcos es sin duda el uso pretérito más famoso del tejo. Aunque se han utilizado diversas maderas, sobre todo fresno y *Laburnum*, la de tejo es la que daba mejores resultados de flexibilidad y resistencia. Varios monarcas británicos (Edward IV, Richard III y Elizabeth I) decretaron que los tejos se debían conservar o plantar para mantener un suministro adecuado de madera para la arquería, aunque la mejor madera provenía de la Europa continental (Thomas & Polwart 2003). El norte ibérico era uno de los proveedores (Cortés et al. 2000).

Aparte del uso para armería y ser apreciado en ebanistería, no está documentado un aprovechamiento generalizado de la madera a partir de la Edad Moderna hasta nuestros días, ni la aplicación de ninguna práctica silvícola concreta, al menos en Gran Bretaña y en la Península Ibérica (Thomas & Polwart 2003, Martí Boada com. pers.), aunque como especie está recogida en algún tratado antiguo de silvicultura (Paniagua 1841). Sí que está documentada en el norte ibérico la búsqueda de tejos concretos para construir muebles de lujo, arcos de competición, cortados preferentemente a una edad entre 100 y 250 años para optimizar la calidad de la madera (Cortés et al. 2000), o para postes de cercados (Oscar Schwendtner, com. pers.). No obstante, al menos durante los inicios de la industrialización en el siglo XIX hasta mediados del siglo XX, los bosques de tejo se vieron sometidos a tala o selección de rebrotes para aprovecharlo como leña y carbón, no de manera específica, sino conjuntamente con la encina y el resto de especies leñosas aprovechables de un mismo rodal. En las montañas del prelitoral catalán hoy en día se pueden observar muchos individuos de tejo de dos o más rebrotes que deberían tener este destino. Las prácticas silvícolas pretéritas se consideran un factor determinante de fragmentación forestal que aisló pequeños núcleos de bosque de tejos y causó la fuerte diferenciación genética y endogamia en el Montseny (Dubreuil et al. 2010). Factores antrópicos (pasto, incendios, aprovechamientos forestales) pueden estar detrás de la fuerte regresión histórica del tejo en Portugal (Draper & Marcas 2007).

En Cataluña las tejedas maduras son escasas. La mayor parte de árboles centenarios repartidos por la geografía son ejemplares solitarios, excepto dos casos notables: la tejeda de Cosp (Serra de Cardó) y la del Barranco de la Fontfreda (Montsec). Revisando las imágenes aéreas más antiguas (vuelos de 1946 y de 1956) de los rodales de bosque de tejos en Cataluña no se observa un cambio de uso del suelo que hiciera pensar en una colonización reciente de espacios antes cultivados o dedicados al pasto. En algunos casos se observa una densidad de arbolado más baja en los años 40-50 del siglo pasado, que hace pensar en una explotación intensa y, posiblemente un uso silvopastoral asociado, como se ha documentado en Cardó, Llaberia y Alta Garrotxa. En efecto, las tejedas han sido pastoreadas desde antiguo en la Península Ibérica (Sanz et al. 2007, Schwendtner et al. 2007, Camprodon et al. 2015), uso que ha condicionado

también su estructura. En el caso particular de Cardó, la tejeda de Cosp ha sobrevivido gracias a su uso silvopastoral por parte de la cabra blanca de Rasquera. La tejeda servía de sesteadero del ganado y los pastores cortaban algunas ramas para el ramoneo de las cabras, las cuales son tolerantes a la taxina. Por esta razón, la gente de Rasquera sabía que no tenía que cortar ningún tejo (Roman Borràs com. pers). El uso como sesteadero se ha observado también en la tejeda de la Font del Vilar, en el Montseny (Martí Boada, com. pers.).

En los años 60 del siglo XX se descubrió el paclitaxel y el docetaxel en el tejo del Pacífico (*Taxus brevifolia*), unos complejos alcaloides del grupo de los taxanos, presentes en todas las especies del género y que tiene extraordinarias propiedades anticancerosas. En su versión comercial (taxol y taxotere, respectivamente) desde 1992 se utilizan contra los cánceres de ovario, mama, pulmón, estómago, próstata y sarcoma de Kaposi relacionado con el SIDA (información extraída de los prospectos farmacéuticos). Tenía el grave inconveniente de que eran necesarios muchos kilos de corteza para obtener pequeñas cantidades de substancia. Su aplicación clínica causó la destrucción sistemática de las tejedas norteamericanas y asiáticas. En 1988 el gobierno de los Estados Unidos de América prohibió la explotación de tejos silvestres por el riesgo de extinción si se continuaba con el ritmo de explotación (Cortés et al. 2000), lo que trasladó el problema de sobreexplotación en las tejedas asiáticas, no así en las europeas, ya muy escasas. Por ejemplo, más de un 90% de las tejedas indias han desaparecido (Hageneder 2011). Dada la elevada demanda y el grave peligro de extinción de diferentes especies por esta causa, desde los años 90 se iniciaron plantaciones a gran escala y en la búsqueda para la obtención de grandes cantidades de taxanos mediante métodos de laboratorio basados en el cultivo de células vegetales procedentes del tejo.

La idoneidad del tejo para la poda, la capacidad de rebrote y la resistencia a las plagas, a las enfermedades y a la polución, ha propiciado que se utilice como planta ornamental. Además, el atractivo de su porte y de sus frutos rojos hacen que sea una especie muy apreciada en jardinería (Vives 2006). Otro aspecto que habría que estudiar en el futuro es la influencia que haya podido ejercer la comercialización de *Taxus baccata* "fastigiata" procedente de las poblaciones irlandesas (y otras variedades menos comunes), en la genética de las poblaciones catalanas. En 1984, con la declaración del tejo como especie protegida en Cataluña, se prohibió también la comercialización, por lo que los viveristas optaron por reproducir esta variedad. Aunque su implantación dista mucho de ser masiva, habría que observar si se ha producido contaminación genética en alguna de las poblaciones.

Una amenaza actual es el uso inadecuado de semillas y plantas forestales en trabajos de conservación. La utilización de plantas de tejo de origen desconocido, en el entorno de poblaciones naturales, puede ocasionar graves problemas de contaminación genética. La puesta en marcha de normativa específica (ver cuadro desglosado) supuso la delimitación de las regiones de procedencia del mismo y una regulación de las prácticas de repoblación, al menos sobre el papel. Se ha apuntado la conveniencia de revisar estas regiones de procedencia, teniendo en consideración la distribución de la especie, los estudios recientes de variabilidad genética y la caracterización ecológica de las diferentes zonas en las que habita (Vaquero & Iglesias 2007).

Protección legal

En Europa, el tejo se ha extinguido localmente o ha quedado reducido a pequeñas poblaciones en los últimos 4.000 años (Thomas & Polwart, 2003) y este descenso general continúa, aunque en algunas regiones se ha registrado un incremento de superficie por condiciones locales favorables (Carvalho et al. 1999, Seidling 1999, Svenning & Magård 1999, Thomas 2015). Esto ha provocado debates sobre el futuro del tejo y las tejedas (Dhar et al. 2006, Iszkuło et al. 2009, Linares 2013, Devaney et al. 2014). El tejo es una especie protegida en varios países europeos (Hageneder 2007) y como hábitat se ha catalogado de interés de conservación prioritario en la Unión Europea.

Las tejedas mediterráneas están incluidas como uno de los hábitats naturales de interés comunitario prioritario (*), cuya conservación requiere la designación de zonas de especial conservación (ZEC) en la Unión Europea: hábitat 9580* "Bosques mediterráneos de *Taxus baccata*" (Directiva Hábitats 1999/105/CE).

En España la producción y comercialización de semillas y plantas de tejo para su uso en trabajos forestales se regulan por R.D. 289/03 (transposición de la Directiva Hábitats).

En Cataluña es una especie protegida por la Orden de 5 de noviembre de 1984, que prohíbe la recolección, el corte y el desarraigo de la planta o de alguna de sus partes incluidas sus semillas, así como su comercialización.



Figura 1. Exhibición de tiro con arco tradicional hecho con madera de tejo. IV Jornadas Internacionales del Tejo y las Tejedas, Monasterio de Poblet. Foto: Ana I. Rios.



Figura 2. En el Neolítico, hace unos 7.000 años de antigüedad, empieza la agricultura y la ganadería en Europa. La caza sigue siendo importante. Hay mucha fauna y bosques maduros. La madera del tejo es la más apreciada para fabricar arcos y otras herramientas hasta finalizada la Edad Media. Dibujo: Toni Llobet.



Figura 3. A partir del siglo XVIII y durante todo el proceso de industrialización, hay un aprovechamiento máximo del territorio. La agricultura y la ganadería ocupan grandes extensiones, incluso en las montañas. Los bosques se aprovechan intensamente para madera y carbón y desaparecen la mayor parte de las tejedas y bosques maduros. Dibujo: Toni Llobet.



Figura 4. A partir de la segunda mitad del siglo XX, la sociedad se urbaniza y se abandona parte de la actividad forestal. El bosque empieza a ganar terreno, pero la competencia, el sobrepastoreo, los grandes incendios y el aislamiento genético amenazan las tejedas. La pérdida de biodiversidad plantea la necesidad de una gestión sostenible del medio rural, que permita recuperar los hábitats naturales de forma compatible con los aprovechamientos. Dibujo: Toni Llobet.

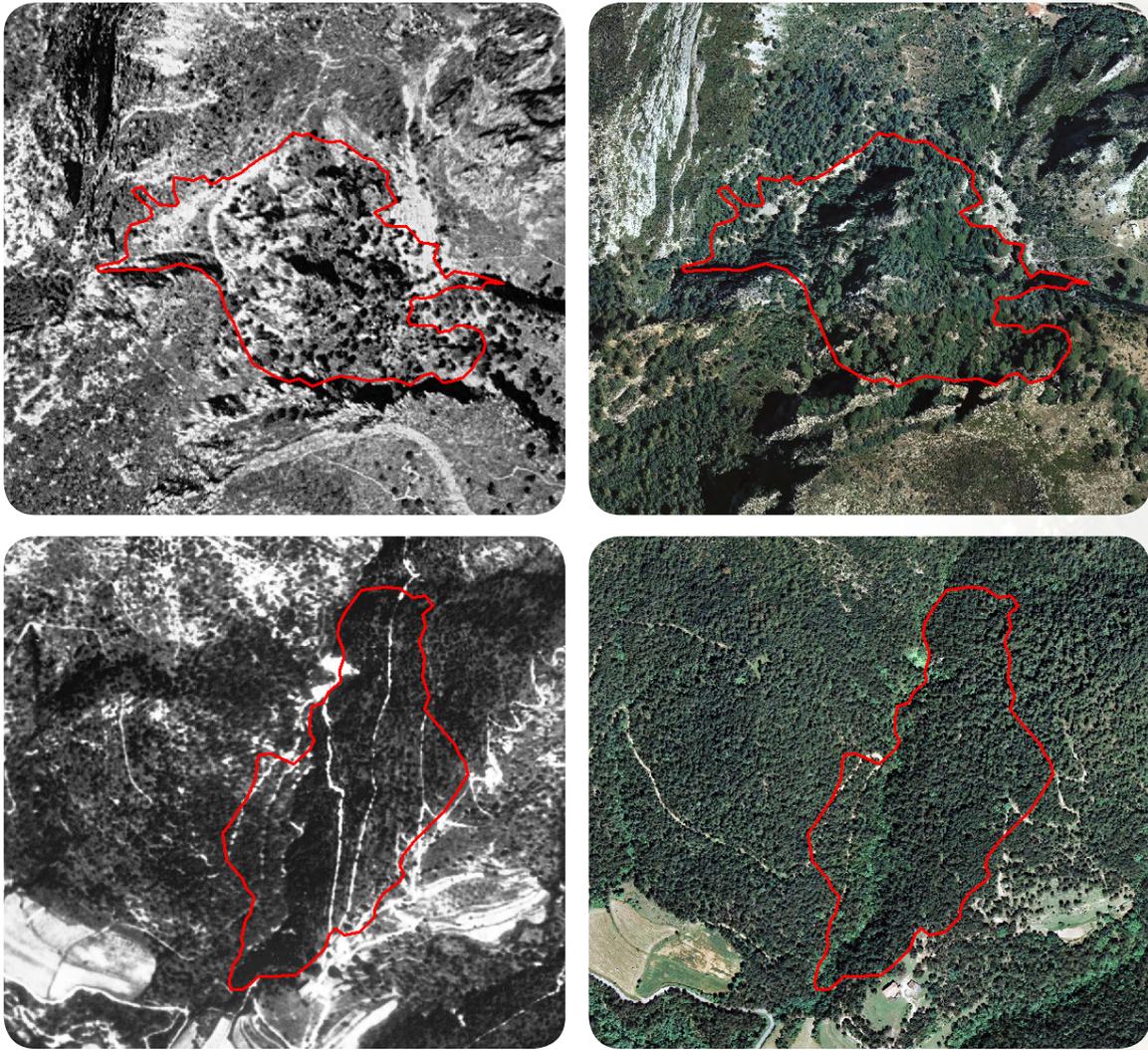


Figura 5. Comparación de la cubierta arbolada de la tejeda de Cosp (Serra de Cardó) y la de Miscelòs (Alta Garrotxa) entre los años 1956 y 2015. Se puede observar una menor densidad de arbolado en los rodales de tejeda. Fuente: Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.



4. PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES ASOCIADAS A LAS TEJEDAS

4.1. Competencia

El tejo es un árbol tolerante a la sombra (Thomas & Polwart 2003). Los plantones se ven favorecidos por cierta cubierta arbustiva, que los defiende frente a los herbívoros, y por un recubrimiento arbóreo que los protege de la sequía estival. Sin embargo, varios estudios sugieren que el cierre de copas en la fase adulta es una de las principales causas del crecimiento lento, menor altura y diámetro, falta de fructificación y mortalidad en bosques del norte y del centro de Europa (Svenning & Magård 1999, Iszkuło & Boratynski 2004, Amallesh et al. 2007, Dhar et al 2007, Ruprech et al. 2010). La probabilidad de la reproducción sexual se ve incrementada enormemente con el diámetro de la copa y también se ve favorecida en las áreas donde las copas son más visibles (Svenning & Magard 1999). Por otra parte, se ha señalado como el cierre de copas podría ser responsable de una mayor consanguinidad (Chybicki et al 2011), que podría comprometer la viabilidad reproductiva futura de las poblaciones.

El estancamiento de las poblaciones de tejo también se ha observado en bosques mediterráneos mixtos de frondosas o coníferas de poblaciones ibéricas (Camprodon et al. 2015), hasta la punto que la competencia excesiva sobre un árbol de crecimiento lento como el tejo, se convierte uno de los principales problemas para el establecimiento de tejedas densas. Por ejemplo, en la Serra de Llaberia (Camprodon et al. 2010) o el Bosc de Poblet (Vives 2006) los rodales con una densidad elevada de tejos están dominados por pinos y encinas o masas mixtas pinar-encinar, con una densidad arbolada variable desde 1.300 pies/ha hasta 3.200 pies/ha, contando árboles juveniles. Un porcentaje muy elevado de tejos están sometidos a la presión mecánica, a la reducción de luz en las copas y a la competencia por el agua (figura 1). En cambio, los tejos descubiertos presentan copas más sanas y equilibradas de manera estadísticamente significativa respecto a los tejos cubiertos o semicubiertos (Camprodon et al. 2010).

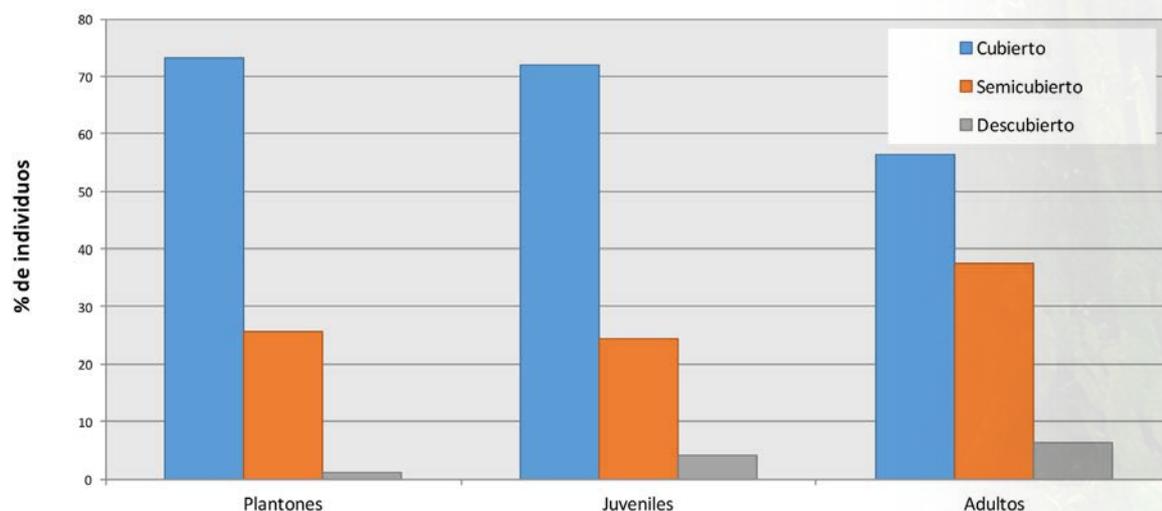


Figura 1. Cobertura de individuos de tejo según la edad por otras especies leñosas en la Serra de Llaberia. Fuente: Camprodon et al. 2008.

Definimos tres tipos de competencia sobre el tejo:

- **Mecánica:** las copas de otros árboles entran en contacto con la guía apical, de modo que ésta deja de ejercer la dominancia y la copa tiende a allanarse, impedida a alcanzar el dosel.
- **Lumínica:** las copas de otros árboles reducen la iluminación directa o difusa del tejo. A menudo conlleva la falta de fructificación y el crecimiento lateral de ramaje buscando la luz.
- **Hídrica:** la proximidad entre las raíces de los árboles dificulta la absorción de agua por parte del tejo, provocando estrés hídrico.

Como consecuencia de una fuerte competencia mecánica, los tejos pierden la dominancia apical, su crecimiento se ralentiza, no fructifican y terminan relegados a un estado de acompañante; los jóvenes pueden morir por falta de luz o en el mejor de los casos, restar estancados a la espera de que una perturbación los libere de sus vecinos (figuras 2 y 3). Igualmente se han observado algunos síntomas de decaimiento, como la existencia de hojas o ramas secas, que podían ser debidos a un estrés hídrico provocado por episodios de sequía en los últimos años. De hecho, la relación de isótopos de carbono ($\delta^{13}C$) en hojas de tejos juveniles sugiere un mayor estrés hídrico cuanto mayor es el área basal de los árboles de alrededor. Al mismo tiempo, también indican un mayor estrés cuanto menor es la cubierta de árboles, sugiriendo un posible efecto facilitador de una cubierta equilibrada de otros árboles, que ayudan a reducir la transpiración (Casals et al. 2015, Ríos et al. 2015).



Figura 2. Forma de la copa de un tejo con exceso de competencia interespecífica. La Canyera (Serra de Llaberia). Foto: Jarkov Reverté.



Figura 3. Forma cónica de la copa de tejos con dominancia apical, liberados de competencia interespecífica. Mola de Coldejou (Serra de Llaberia). Foto: Jarkov Reverté.

El regenerado es especialmente tolerante a la sombra y crece bien rodeado de plantas arbustivas del sotobosque. Se ha demostrado que plantas leñosas o subfruticasas, como el acebo, la zarzaparrilla o las zarzas pueden actuar como plantas nodriza, proporcionando a los plantones de tejo condiciones microambientales de humedad y protección contra los herbívoros (García et al. 2000, García & Obeso 2003). No obstante, cuando el tejo alcanza la etapa juvenil, un exceso de cubierta mecánica por parte de lianas y otras plantas del sotobosque pueden entorpecer su crecimiento apical (figura 4).



Figura 4. Tejo joven cubierto por vegetación arbustiva, en difícil equilibrio entre protección y competencia. Baga de la Pena, Bosc de Poblet. Foto: Jordi Camprodon.

Por otra parte, la sombra excesiva del estado arbóreo puede provocar una falta de reclutamiento, sea porque reduce la producción de semillas (Iszkuło & Boratynski 2006, Dhar et al. 2007, Ruprecht et al. 2010) o porque sólo deja traspasar una luz excesivamente tenue. Por ejemplo, en masas monoespecíficas muy densas, como la parte central de la tejeda de Misclòs (La Garrotxa), la falta de regenerado es total bajo la densa cubierta (medias del 80% de fracción de cabida cubierta), donde el tejo representa el 66 % de cobertura, con respecto a la de otras especies (encina y pino silvestre principalmente). En un sentido contrario, se ha observado la expansión de tejo después de la apertura del dosel (Svenning & Magård, 1999, Caritat & Bas 2007).

En conclusión, una densidad equilibrada de copas, entre el 50 y 70% de fracción de cabida cubierta, podría ser la idónea para mantener poblaciones sanas de tejo y con capacidad de reclutamiento. Por lo tanto, la apertura selectiva de la cubierta arbolada con el objetivo de reducir la competencia, se ha señalado como un factor clave en la conservación de las tejedas en las montañas mediterráneas (Linares 2013).



4.2. Enfermedades y plagas

La infección por hongos forma parte de la dinámica natural del bosque y son relativamente pocas las especies de hongos que infectan el tejo en comparación con otros árboles (tabla 1). Se han identificado un total de 258 especies de hongos en *Taxus baccata* en comparación con las 2.200 especies en haya y robles (Hageneder 2011). El crecimiento de los hongos se relaciona con la permeabilidad de la madera, la cual facilita que las hifas penetren y también afecta la disponibilidad de agua y gases. Por ejemplo, la permeabilidad de la *Thuja plicata*, un árbol nativo de América, es mil veces más alta que la del tejo (Hageneder 2011).

Aunque el tejo es una especie especialmente resistente al ataque por hongos, las condiciones de estrés, especialmente las causadas por la sequía, pueden facilitar la afectación por hongos e incluso la muerte de los tejos. Esto se ha observado en diferentes tejedas, como la de Misecllòs en la Garrotxa, donde se registraron muertes de tejos por daños en las raíces y ramas producidos por el hongo *Armillaria* después de unos años de sequía. Algunos individuos parcialmente afectados se recuperaron tras un tratamiento de poda (Caritat & Bas 2007).

El hongo *Phytophthora* sp. causa graves enfermedades a las raíces del tejo y *Nectria radicola* puede llegar a matar a los vástagos (Strouts 1993). Entre los hongos parásitos destaca *Phellinus chysoloma* que entra a través de heridas y ataca el cambium (Hageneder 2011). En árboles viejos entre los hongos que se pueden observar más fácilmente destaca *Laetiporus sulphureus* y *Heterobasidium annosum* de colores vistosos y que afectan a la madera (Cortés et al. 2000).



Figura 1. Tejo muerto por *Armillaria* sp. en la tejeda de Misecllòs (Alta Garrotxa). Foto: Jordi Camprodon.



Figura 2. Micelio de *Armillaria* sp. en las raíces de un tejo. Serra de Llaberia. Foto: Jarkov Reverté.



Figura 3. La presencia de ramitas secas puede ser un síntoma de ataque fúngico. Bosc de Poblet. Foto: Pere Casals.

En general, existen pocos datos en relación a las plagas específicas del tejo. Se trata de una especie relativamente resistente a los ataques, gracias a la presencia en las hojas y raíces de una sustancia insecticida llamada ecdisona, que puede llegar a provocar la muerte por aplicación cutánea (Takemoto & Nakanishi 1967 in Cortés et al. 2000).

Algunos insectos y ácaros que pueden atacar al tejo son (Thomas & Polwart 2003):

- *Taxomya taxi* (= *Cecidomya taxi*): pequeño díptero que efectúa la puesta sobre las hojas del tejo. Cuando las larvas eclosionan se alimentan de los jugos celulares de los brotes y forman unas galas con aspecto de pequeñas piñas observadas en diferentes tejedas del norte de Cataluña.
- *Liparis monacha*: mariposa nocturna que en estado de oruga consume las hojas.
- *Parthenolecanium pomericum* y *Chloropulvinaria floccifera* entre los coccidios que parasitan el tejo. Producen un líquido azucarado en las ramas y las hojas que favorece la presencia de algunos hongos.

• *Cecidophyopsis psilaspis*. Este ácaro representa una plaga seria para el tejo en el norte y centro de Europa. Los efectos que provoca sobre los árboles van de un ligero enrojecimiento de las escamas de los brotes apicales a una hipertrofia aguda y a una necrosis total del brote. La hipertrofia de los brotes apicales provoca la caída y como consecuencia, los nuevos crecimientos vegetativos se producen a partir de brotes laterales, lo que conlleva un crecimiento errático y asimétrico. El ciclo vital de este ácaro es directo, debido que tanto los huevos, las larvas y las ninfas como los adultos se encuentran simultáneamente durante todo el año (Mitchell et al. in Viñas 2004).

Tabla 1. Diferentes parásitos detectados en *Taxus baccata*.

HONGOS	Afectación	Citas
<i>Nectria radicola</i>	Plantones	Thomas 2003
<i>Nectria coccinea</i>	Corteza	Cortés et al. 2000
<i>Microspora taxi</i>	Corteza	Cortés et al. 2000
<i>Physalospora gregaria</i>	Ramas	Cortés et al. 2000
<i>Phellinus chysoloma</i>	Madera	Hegeneder 2011
<i>Phytophthora sp.</i>	Raíces	Strouts 1993
<i>Armillariasp.</i>	Raíces, Ramas	Caritat 2013
<i>Aleurodiscus aurantius</i>	Madera	Hegeneder 2011
<i>Laetiporus sulphureus</i>	Madera	Hegeneder 2011
<i>Heterobasidium annosum</i>	Madera	Cortés et al. 2000
<i>Diplodia taxi</i>	Madera	Vegh 1987
<i>Rhizoctonia solani</i>	Raíces	Vegh 1987
<i>Coniothyrium sporulosum</i>	Ramas	Vegh 1987
<i>Pestalotiopsis funerea</i>	Hojas	Vegh 1987
ÁCAROS		
<i>Cecidophyopsis psilaspis</i>	Brotes	Hegeneder 2011
<i>Eriophyes psilaspis</i>	Hojas, Brotes	Siwecki 2002
INSECTOS		
<i>Liparis monacha</i>	Hojas	Cortés et al. 2000
<i>Cecidomya taxi</i>	Brotes	Moro 1988
<i>Oligotrophus taxi</i>	Brotes	Cortés et al. 2000
<i>Parthenolecanium pomericum</i>	Hojas	Soria 1996
<i>Chloropulvinaria floccifera</i>	Hojas	Soria 1996
<i>Lineaspis striata</i>	Hojas	Soria 1996
<i>Carulaspis juniperi</i>	Hojas	Soria 1996
<i>Chrysomphalus dictyospermi</i>	Hojas	Soria 1996



Figura 4. Gala provocada por *Taxomyia taxi*, díptero especializado en parasitar el tejo. La larva penetra en el brote y se instala en un punto de crecimiento donde produce entre 60 y 80 láminas en forma de pequeña alcachofa. El ciclo completo dura 2 años. Las galas permanecen vacías varios años en la planta huésped. Foto: Jordi Bas.



4.3. Daños por herbivoría

El pastoreo, ya sea por herbívoros domésticos o salvajes, junto con el fuego, constituyen dos de los factores determinantes de la estructura, tanto biológica como paisajística de los ecosistemas mediterráneos (Fabbio et al. 2003). Los paisajes mediterráneos difícilmente se pueden entender sin considerar la actividad humana, principalmente agro-pastoral, que desde antiguo ha creado y estructurado el mosaico de formaciones vegetales que lo componen y diversificado su composición (Le Houérou 1990, Montserrat & Fillat 1994). La actividad silvopastoral tiene un papel importante en el funcionamiento de los ecosistemas mediterráneos, especialmente en la conservación de algunas especies o ecosistemas y en la reducción del riesgo de incendio (Casals et al. 2009, Taüll et al. 2011 a, b).

La marcada estacionalidad del clima mediterráneo ha conllevado la necesidad de diversificar los recursos pastorales, ya sea mediante la trashumancia hacia zonas más frescas en verano, movimientos altitudinales en las zonas montañosas o aprovechando la diversidad de formaciones a escala local. El bosque proporciona a los animales un ambiente más fresco en el pico del verano, vegetación verde y frutos. El ramonear los arbustos prácticamente no aporta proteínas, excepto el fruto de algunas leguminosas y un contenido en fibra similar al de la paja. En cambio, la aportación de microelementos puede ser relevante.

1. Ramonear del tejo

A pesar de lo dicho en el apartado anterior, el pasto puede tener un impacto no deseado sobre algunos ecosistemas o sus componentes. Muchos estudios realizados sobre poblaciones de tejo tanto centroeuropeas (Hulme 1996, Thomas & Polwart 2003) como mediterráneas (Farris & Filigheddu 2008, Piovesan et al. 2009) señalan el ramoneo de los juveniles como una de las principales causas del colapso de sus poblaciones. A pesar de ser una planta tóxica, mortal para los humanos, los rumiantes resisten bien la taxina hasta el punto de tener una gran apetencia por las hojas verdes de los tejos.

El impacto puede llegar a ser muy importante, determinando el decaimiento y muerte de plantones y juveniles. En la Península Ibérica constituye uno de los principales problemas de la regeneración de la especie (García et al. 2000). Es bien conocida la atracción de los corzos y las cabras salvajes hacia el tejo. Por ejemplo en Guadarrama ha detectado una fuerte degradación por un exceso de herbivoría, ocasionada por una sobrepoblación de la reintroducida cabra salvaje (más de 4.000 individuos). Tan sólo el 11,7% de los pies inventariados no se encontraban afectados, mientras el 29,4% sufría un elevado riesgo de desaparición a corto plazo (Bernal 2015). En algunas zonas, donde el tejo prácticamente había desaparecido debido al pastoreo intensivo, la reducción de la presión de pastoreo facilitaba una recolonización del tejo en antiguos pastos de la Sierra de Urbasa y la Sierra de Lokiz (Schwendtner et al. 2007). En Cataluña, los daños causados por el ganado doméstico son muy elevados cuando el tejo no está protegido por plantas espinosas. La afectación por cabras es especialmente grave en la Serra de Llaberia ya la Serra de Cardó (figura 1), mientras que la causada por vacas (figura 2) lo es en algunas poblaciones de la Alta Garrotxa (Camprodon et al. 2015).

2. Factores determinantes del ramoneo del tejo

Entre los parámetros que inciden en el ramoneo de una determinada especie vegetal, y concretamente del tejo, se consideran como importantes, los siguientes:

- **Estructura de la masa forestal**

La estructura de la masa forestal, tanto del estrato arbóreo como del arbustivo, influyen en el establecimiento de nuevos plantones de tejo. La presencia de árboles o arbustos productores de fruto pueden atraer animales, que si antes han consumido frutos de tejo, pueden excretar las semillas en su proximidad. Asimismo, la planta sobre todo si se espinosa o densa confiere protección física y facilita la supervivencia de las plántulas de tejo (García et al. 2000). La estructura y composición de la masa forestal también contribuye a la actividad del ganado y la preferencia por una u otra especie vegetal.

- **Preferencia del ganado**

No todas las plantas son consumidas de la misma forma por el ganado (tabla 1). Entre muchos matices, el consumo sobre una especie depende también del resto de especies arbustivas y herbáceas del rodal. En general, cuanto más elevado sea la diversidad y el recubrimiento de especies palatables, menor será el impacto esperable sobre una especie dada. La palatabilidad de una especie vegetal es un concepto amplio, que considera la preferencia del ganado, el valor nutritivo, la digestibilidad, la presencia de compuestos tóxicos, etc. Así, algunas especies fuertemente ramoneadas pueden tener una palatabilidad baja.

Tabla 1. Especies arbustivas en poblaciones de tejo en Cataluña. Se indica la preferencia por el ganado.

Especies nodrizas	Preferencia por el ganado
<i>Amelanchier ovalis</i>	Consumida por ovejas y cabras; hoja joven pubescente
<i>Cornus sanguinea</i>	Consumida por todo tipo de animales
<i>Crataegus monogyna</i>	Poco consumida; espinosa
<i>Ilex aquifolium</i>	Consumida por cabras; hoja muy dura y espinosa
<i>Juniperus communis</i>	No consumida; hoja punzante y ramaje denso
<i>Juniperus phoenicea</i>	No consumida, ramaje denso
<i>Ligustrum vulgare</i>	Consumida por todo tipo de animales
<i>Phillyrea latifolia</i>	Consumida por todo tipo de animales
<i>Prunus spinosa</i>	Consumida por cabras y, en menor medida, por ovejas; tallos punzantes
<i>Quercus ilex</i>	Consumida por todo tipo de ganado
<i>Quercus coccifera</i>	Consumida por cabras y ovejas aunque menos; hoja dura y punzante
<i>Rhamnus alaternus</i>	Consumida por ovejas y cabras
<i>Rosa sp.</i>	No consumida; tallos con espinas
<i>Rubus sp.</i>	Consumida después de la brotación; tallos con espinas
<i>Taxus baccata</i>	Consumida por rumiantes
<i>Viburnum lantana</i>	Consumida por todo tipo de animal

- **Carga ganadera instantánea**

La carga ganadera instantánea indica el número de animales (ganado mayor) por unidad de superficie (UGM ha⁻¹) en un momento concreto. Esta variable afecta al ramoneo y si la carga es alta aumenta la probabilidad de ramonear el tejo. No se considera la carga anual como indicador adecuado para evaluar el ramoneo, ya que en una zona determinada puede haber áreas con una presión muy fuerte y otras con presión moderada o baja.

- **Rutina del ganado e infraestructuras ganaderas**

La actividad del ganado incluye el pastoreo, el descanso y el abrevadero. Hay que distinguir el ganado dirigido por un pastor, que puede evitar el paso por zonas con abundancia de tejos, de los rebaños en cercos, donde los animales se crean las propias rutinas. La localización de los puntos de agua son clave para cambiar el comportamiento de los animales en una zona determinada, ya que la frecuentación del ganado aumenta a su alrededor y se crean caminos entre las zonas de pasto y estos puntos.



Figura 1. Brizal de tejo ramoneado por las cabras. Foto: Jordi Bas.



Figura 2. Adulto de tejo ramoneado y roto por ganado vacuno. A pesar de todo sigue rebrotando. Alta Garrotxa. Foto: Jordi Camprodon.



4.4. Incendios

En el contexto actual de cambio global, el abandono del medio rural y de los terrenos forestales comporta una homogeneización del paisaje y una expansión y acumulación de biomasa en el bosque. De este modo, es previsible un aumento en la frecuencia de los incendios forestales y también de su intensidad (Piqué et al. 2011). Este problema aumenta de magnitud a medida que el cambio climático provoca sequías más intensas, hay más combustible disponible y por lo tanto más probabilidad de ignición (Piñol et al. 1998, Pausas 2004).

Los incendios forestales, como perturbación natural principal, son una amenaza real sobre buena parte de los bosques y las tejedas del área mediterránea y submediterránea (Piovesan et al. 2009, Camprodon et al. 2015). La prevención de los incendios forestales se convierte, pues, en uno de los objetivos principales de la gestión forestal del bosque mediterráneo. La integración de los incendios en la gestión forestal se ha realizado a diversas escalas, y la integración del riesgo de grandes incendios forestales (aquellos incendios que se propagan activamente por las copas de los árboles con una elevada intensidad, y que a menudo superan la capacidad de actuación directa de los medios de extinción) ha sido una prioridad en la política forestal de Cataluña.

La gestión forestal para la prevención de los grandes incendios forestales (GIF) se basa, por un lado, en el análisis de los factores principales que condicionan su comportamiento y propagación (topografía, meteorología y combustible) y, por otra parte, en el estudio de los incendios históricos y la definición de los incendios tipo y sus regímenes (Costa et al. 2011). Además, la gestión se complementa con las infraestructuras de defensa asociadas al bosque, normalmente definidas a escala de macizo (según el Plan General de Política Forestal¹), ya sea con el objetivo de modificar el comportamiento de los incendios forestales potenciales o sea para aumentar la eficacia de las maniobras de extinción y su seguridad.

No obstante, cuando se trata de reducir el riesgo de incendio específicamente en los pequeños rodales o poblaciones de árboles dispersos de las tejedas, las acciones de gestión forestal para la prevención de grandes incendios forestales deben ser complementadas con actuaciones más localizadas a nivel de rodal. Estas actuaciones se centran en la modificación del combustible como factor determinante del comportamiento de los incendios a esta escala y, más en concreto, sobre su disposición en el espacio: la estructura forestal (Rothermel 1983, Bilgili 2003, Graham et al. 2004). En base al análisis de la influencia de la estructura forestal en la propagación de los incendios, la gestión para la prevención de incendios a escala de rodal tiene por objetivo crear y mantener estructuras forestales de baja vulnerabilidad a generar y mantener fuegos activos de copas (Piqué et al. 2011).

En general, y sin perder de vista los incendios tipos más probables en cada zona, la gestión forestal integrada con objetivos de prevención de incendios propone tratamientos silvícolas para crear las discontinuidades suficientes entre los diferentes estratos en que se divide la vegetación, vertical y horizontalmente (Beltrán et al. 2011, Beltrán et al. 2012). En el caso de las tejedas, las actuaciones más frecuentes serán los desbroces selectivos para eliminar el matorral que actúa de combustible de escala y reducir el recubrimiento del combustible de superficie, junto con claras selectivas suaves que eliminen árboles competidores de los tejos en el estrato dominante, normalmente pinos y quercíneas (encina y robles).

¹Aprobado por Acuerdo GOV/92/2014, del 17 de junio, por el que se aprueba el Plan General de Política Forestal 2014-2024.

Estas actuaciones se realizarían en el interior de las tejedas, con baja intensidad y en las zonas perimetrales con mayor intensidad. Por otra parte, es recomendable realizar actuaciones similares de reducción de la vulnerabilidad estructural en rodales identificados como puntos estratégicos de gestión (PEG), según la definición de Costa et al. (2011), que puedan modificar el comportamiento de incendios forestales que potencialmente pueden afectar las tejedas (figura 1). De esta manera se refuerza la prevención de los incendios forestales en las poblaciones de tejo.

Hay que destacar la capacidad de resistencia al fuego que presenta el tejo, especialmente los individuos adultos (figuras 2 y 3). El tejo tiene una gran capacidad de rebrote y hasta puede perder buena parte del tronco original y seguir desarrollándose en una zona lateral o una parte de la cepa. Pero esta resistencia puede no ser suficiente en caso de que el régimen de incendios de la zona varíe y se produzcan incendios con una recurrencia más corta o una intensidad más elevada. En estos casos se puede dañar la regeneración y llegar al colapso de pequeñas poblaciones por muchos años. Asimismo, los tejos muy afectados quedan debilitados y tienen más riesgo de sufrir afectaciones secundarias por hongos o insectos, que todavía empeoran más su estado de salud.



Figura 1. Rodal predominado por pino laricio y emplazado en un PEG identificado con afectación potencial de las tejedas de Llaberia. Se ha realizado una actuación de reducción de la vulnerabilidad estructural. Desbroce selectivo y clara por lo bajo. Foto: Mario Beltrán.



Figura 2. Viejo tejo afectado por un incendio pero vivo aún, en la tejeda de Cosp (Serra de Cardó). Foto: David Guixé.



Figura 3. Viejo tejo afectado por un rayo en el Montsec. Foto: David Guixé.

4.5. Erosión del suelo

El suelo es la capa que sustenta la vida en la tierra. Y la palabra “sustenta” toma aquí todo su sentido, ya que el suelo proporciona el soporte físico donde enraizar la vegetación, pero también los nutrientes y el agua para su desarrollo (figura 1). El proceso de formación del suelo es tan lento que su degradación por erosión, contaminación o sellado (por ejemplo con asfalto) se convierte en irreversible a escala humana.

La erosión del suelo significa su transporte hacia otro lugar, diferente de donde se ha formado, donde sedimenta de forma desestructurada, perdiendo buena parte de su funcionalismo. En la Cuenca Mediterránea la erosión se suele producir por la acción del agua, aunque el viento también es relevante en algunas circunstancias. Además, la erosión suele afectar sobre todo a la parte superficial del suelo que suele ser la más rica en nutrientes y materia orgánica. La erosión, a pesar de ser un fenómeno natural, sobre todo a escala geológica, se ve acelerada de forma evidente por la acción humana.

El riesgo de erosión hídrica depende básicamente de los siguientes factores: la energía del agua, la longitud y pendiente de la ladera y las características del suelo y de la cubierta vegetal. El régimen de precipitación en el Mediterráneo se caracteriza por su irregularidad y por la reiteración de episodios de lluvia de alta intensidad. Como las tejedas mediterráneas menudo crecen en condiciones de fuerte pendiente y en cotas con elevada frecuencia de lluvias torrenciales, de forma natural, están potencialmente expuestas a intensos procesos erosivos.

La pérdida de la cubierta del suelo, ya sea por la afectación sobre la vegetación o la hojarasca que lo recubre, constituye el factor principal desencadenante de erosión por causas humanas. En ausencia de cubierta, el impacto de las gotas de lluvia disgrega la superficie del suelo y forma una costra que dificulta la infiltración del agua (Llovet & Vallejo 2011). Cuando esto ocurre en una ladera, se favorece la escorrentía del agua por la superficie y, al ganar velocidad, se potencia el transporte de partículas y la erosión del suelo. La presencia de vegetación reduce la intensidad de las gotas de lluvia y dificulta el proceso de arrastre del suelo.

Algunos de los impactos relacionados directa o indirectamente con la actividad humana susceptibles de desencadenar procesos erosivos en las tejedas son los siguientes:

1. Incendios forestales

Después de un gran incendio en una ladera pronunciada, el riesgo de erosión es muy elevado, tanto debido a los efectos directos del fuego, como debido a la pérdida de vegetación que amortigua el impacto de la lluvia y retiene el suelo entre sus raíces (Shakesby & Doerr 2006). En una ladera de pendiente pronunciada, las áreas afectadas por incendios no sólo están sujetas a procesos de desarraigo de pies, sino que además en estas zonas, la pérdida de suelo puede afectar a la regeneración y al establecimiento futuro de los tejos y otras especies del hábitat.

2. Trabajos forestales o de servicios

En la ejecución de los trabajos de conservación se debe procurar actuar con la máxima cautela. Por ejemplo, se debe actuar con precaución en el uso de maquinaria así como evitar la extracción de árboles competidores que tengan raíces en márgenes o laderas con fuerte pendiente, ya que

contribuyen a la retención del suelo en condiciones de riesgo. La deforestación o el arrastre de árboles, la apertura senderos o de nuevas pistas pueden desestabilizar márgenes o vertientes que de rebote pueden afectar árboles cercanos.

3. Sobrepastoreo

En zonas de paso constante del rebaño se pueden dar procesos erosivos debido a la disgregación de los horizontes superficiales del suelo y su compactación por pisoteo del ganado, que dificulta la infiltración del agua de lluvia o por la disminución de la cubierta vegetal debido al ramoneo de plantas que arraigan y sujetan márgenes y laderas. En cambio, el pastoreo puede resultar beneficioso si se practica con sensatez y se adecua a la capacidad de carga del suelo y la vegetación.

4. Frecuentación humana

El paso frecuente de humanos a pie, corriendo o en bicicleta compacta el suelo dificultando la infiltración del agua o bien lo disgrega y erosiona. Es evidente que el impacto que ejerce sobre el suelo depende del número de personas que pasan por un mismo lugar y de la fuerza de su pisoteo: no causa el mismo efecto el paso de una persona caminando que un grupo corriendo. La compactación del suelo depende de muchos factores. Por ejemplo, la compactación es más elevada cuando el pisoteo se produce sobre tierra mojada. La concentración de agua en los senderos favorece la escorrentía superficial y el inicio de procesos erosivos. La intensidad erosiva depende de la pendiente del sendero y su longitud. Además, cuando el camino discurre por el fondo de un barranco o canal, el efecto sobre la vegetación se suma al del pisoteo y pequeños deslizamientos que facilitan la formación de arroyadas (figura 2). Un terreno con cárcavas en la proximidad de árboles grandes puede favorecer su descalce (figura 3).

Finalmente, en árboles monumentales como algunos tejos, no es nada despreciable el efecto del pisoteo a su alrededor por los visitantes, que sin mala fe se acercan hasta su tronco (González de Dios 2015). Este pisoteo, cuando es muy frecuente, elimina la capa de hojarasca bajo la copa del árbol y compacta la superficie del suelo. La descomposición de la hojarasca constituye la principal vía de retorno de nutrientes en el suelo, donde una vez mineralizados por los hongos y bacterias, vuelven a ser utilizados por el árbol. Por lo tanto, la eliminación de esta capa disminuye la disponibilidad de nutrientes para el árbol. Además, la capa de hojarasca constituye una especie de cojín que amortigua el impacto de las gotas de lluvia y evita la erosión del suelo, al tiempo que reduce la evaporación del agua del suelo.



Figura 1. Perfil de suelo donde se observa la capa superficial donde se encuentra la mayoría de raíces finas y la capa subsuperficial más pedregosa y con raíces gruesas. Foto: Pere Casals.



Figura 2. Camino afectado por erosión e inicio de cárcavas. Es de destacar la pedregosidad dominante por eliminación de los materiales más finos y la aparición de las raíces en el camino. Foto: Joan Llovet.



Figura 3. Descalce de raíces. Refugio Vicenç Barbé (Montaña de Montserrat). Foto: Joan Llovet.



4.6. Variabilidad y aislamiento genéticos

La escasez de trazas polínicas sugieren un descenso continuado y fuerte en la distribución geográfica del tejo (Mayol et al. 2015), probablemente iniciada hace 100-300.000 años y que ha continuado hasta el presente (Burgarella et al. 2012). Las glaciaciones habrían relegado las poblaciones ibéricas de tejo en las zonas más montañosas (Carrión 2002). La complejidad orográfica y el aislamiento prolongado habría propiciado que se fueran diferenciando genéticamente en pequeñas poblaciones, especialmente en las cordilleras (Petit et al. 2005, Schirone et al. 2010, Dubreuil et al. 2010), tales como el sistema prelitoral catalán, con migraciones en altitud según los pulsos climáticos de cada periodo (Magri et al. 2006).

La regresión prolongada y la fragmentación de las poblaciones de tejo habrían sido causadas inicialmente por factores climáticos y de competencia con otras especies arbóreas, combinadas posteriormente con la larga historia de influencia antrópica sobre los bosques en los últimos 6000-4000 años, mediante la recolección sistemática y el pastoreo intenso (Thomas & Polwart 2003, Dhar et al. 2007, Piovesan et al. 2009, Ruprecht et al. 2010). Las poblaciones de las montañas mediterráneas y en particular las catalanas -no sería el caso de las pirenaicas y cántabras- muestran un grado de diferenciación genética extraordinaria a distancias cortas. Por ejemplo, en el Montseny se han distinguido tres grupos genéticamente diferenciados para cuatro poblaciones analizadas, en una distancia máxima de unos 10 km (González-Martínez et al. 2010). El patrón de aislamiento asociado a la distancia parece indicar un mayor flujo genético en un pasado histórico. La intensa explotación forestal a la que se vio sometido el Montseny desde el siglo XV hasta mediados del siglo XX, explicarían la fuerte fragmentación de las poblaciones (Dubreuil et al. 2010).

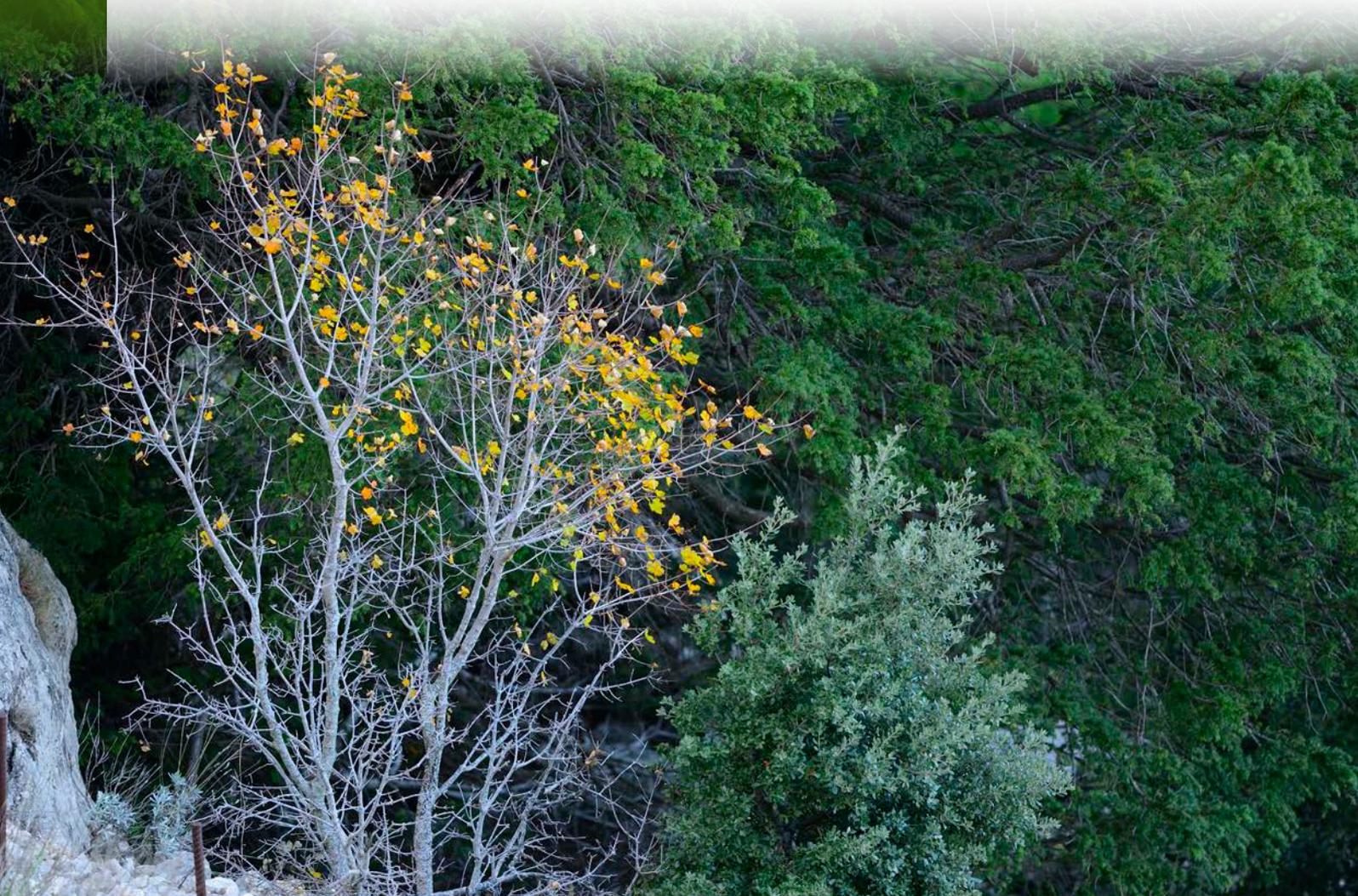
Estos resultados sugieren que la capacidad de dispersión genética del tejo es bastante limitada. A pesar del alto potencial de propagación que se le supone (dispersión de semillas por parte de las aves y polinización facilitada por el viento), las poblaciones de tejo muestran una fuerte estructura de parentesco y consanguinidad, a una escala espacial de 50-100 m (Chybicki et al. 2011), hasta el punto de que algunas poblaciones extremadamente aisladas, como las de las Azores, podrían estar en inminente peligro de extinción (Schirone et al. 2010). Podría darse el caso de que la fragmentación en rodales muy pequeños (por ejemplo, 2,5 ha de media en Cataluña), fuera poco atractiva para las aves dispersoras (Dubreuil et al. 2010). El panorama genético del tejo contrasta con otros árboles de latitudes templadas, que generalmente se caracterizan por una alta diversidad genética dentro de las poblaciones y baja diferenciación de marcadores moleculares nucleares, un patrón genético que ha sido interpretado como una consecuencia de grandes tallas poblacionales y extenso flujo genético (Petit et al. 2005).

En conclusión, la fragmentación genética de las poblaciones de tejo demuestra la vulnerabilidad de las poblaciones catalanas, más aún en un contexto de adaptación al cambio climático. Por otro lado, se ha apuntado también que la alta diferenciación genética a distancias geográficas cortas podría ser no tan negativa, si se diera el caso que algunas poblaciones mostraran particularidades genéticas apropiadas para la supervivencia bajo las nuevas condiciones climáticas (Linares 2013). Es discutible que a efectos de conservación a largo plazo de las poblaciones sea conveniente intervenir para reducir la depauperación genética del contingente de individuos. Esto podría conseguirse, por ejemplo, mediante el refuerzo de poblaciones con plantones provenientes de otros núcleos aparentemente con mayor variabilidad genética, pero

lo suficientemente cerca como para mantener las particularidades genéticas de la subpoblación, las cuales podrían aportar ventajas adaptativas.

Abordar esta problemática tan compleja desde los puntos de vista científico y técnico se consideró difícil desde el proyecto Life TAXUS. Por tanto, la decisión se dirigió hacia actuaciones prudentes, que promovían el refuerzo del reclutamiento con material forestal de reproducción dentro las mismas poblaciones y a ser posible de rodales distintos pero muy próximos, a escasos centenares de metros de distancia. Asimismo, las mejoras de conservación emprendidas mediante tratamientos silvícolas, pueden contribuir a mejorar el flujo genético dentro de una misma subpoblación como consecuencia de abrir relativamente la cubierta arbolada a la luz y aumentar así la producción de polen y frutos. Más aún cuando estas actuaciones se realizan de forma extensiva localmente, no sólo centradas en pequeños núcleos más densos de población, sino en grupos de individuos adultos más dispersos que pueden actuar de conectores genéticos a escala metapoblacional, como se ha experimentado en el Bosque de Poblet y en la Serra de Llabería.

La frecuencia de la migración e intercambio de propágulos será el que determine si un rodal constituye una población aislada o si forma parte de una metapoblación. El intercambio genético se ve favorecido por la posición descubierta y elevada de grandes árboles hembra. Sus semillas tienen mayor probabilidad de traspasar collados y puertos hacia los valles vecinos y así acortar distancias entre poblaciones. El mayor tamaño y altura de los grandes árboles madre aumenta su exposición a pólenes procedentes de diferentes poblaciones, por lo que sería esperable que sus semillas contaran con una mayor diversidad genética que las hembras de lugares más resguardados (Fernández et al. 2015).



4.7. Problemáticas derivadas del uso público

Entre los gestores de espacios naturales siempre ha habido discusiones por el volumen de visitantes admisible en determinadas zonas. El frágil equilibrio de hábitats vulnerables, combinado con la voluntad de los propios gestores para difundir los valores naturales cualificados, crea una combinación compleja de ponderar. Dar a conocer y permitir la presencia de visitantes, a la vez que se contabiliza y se regulan los volúmenes admitidos, a fin de no comprometer el propio objeto de conservación, es uno de los objetivos de todo espacio natural. Las tejedas tienen un innegable poder de atracción para los visitantes, por lo que a menudo han sido objeto de promoción por parte de autoridades turísticas locales o por parte de los equipos gestores de los espacios naturales. Así, lejos de que la preocupación principal sea velar por mantener el recurso (bosque de tejos), algunas de las grandes tejedas o tejos monumentales ibéricos pueden correr el riesgo de convertirse en pequeños parques temáticos con abundante señalización, miradores, aparcamientos, centro de interpretación, exposiciones y gran cantidad de información, que lleva al visitante a sentirse más cercano al medio urbano que en el rural/natural (adaptado de González 2015).

Tanto la información disponible, potenciada por los recursos disponibles en internet, como el volumen de realización de actividades en espacios naturales han ido en aumento en los últimos años. Visitantes que décadas atrás no hubieran podido acceder a determinadas zonas, hoy se mueven fácilmente por los recursos disponibles en la red y los sistemas de posicionamiento global. Este factor es crucial para las tejedas, escondidas como han sido del gran público, tanto por la dificultad física de su acceso como por la falta de conocimiento de su localización.

Por otra parte, aunque la educación en el medio natural debe jugar un papel importante, no debe ser la única esperanza para solucionar los problemas que puede ocasionar una excesiva frecuentación o una afluencia poco respetuosa. Aún falta mucho para que todo visitante sea consciente de la fragilidad que puede tener un hábitat forestal como las tejedas. Así como en otros hábitats (turberas, prados, zonas húmedas, etc.) puede ser más fácil explicar su vulnerabilidad, en un ambiente forestal resulta más complejo. En este sentido, es importante destacar la necesidad de un cambio de actitud general: no hay necesidad de promocionar las tejedas más escondidas del país para hacer sentir emociones y disfrutar de la naturaleza.

Entre las problemáticas que podemos encontrar en tejedas por exceso de uso público están:

- Compactación del suelo, derivando en problemas de oxigenación de las raíces y de formación de costra superficial, la cual disminuye la infiltración de agua.
- Disminución de la regeneración, por pisoteo de los visitantes o por sustracción.
- Afecciones diversas a raíces, troncos y ramaje. Descortezado, rotura de ramas, etc.
- Obras varias de acondicionamiento del uso público mal diseñadas, que suponen obstáculos al normal desarrollo del árbol, podas, etc.

Así, una sobre frecuentación mal gestionada puede derivar en problemas superiores, si no se reconducen a tiempo. A menudo las tejedas están ubicadas en propiedades particulares, lejos del núcleo de gestión de la finca y han ido creciendo solitarias y sin cuidados de ningún tipo. Una promoción de visitantes por parte de organismos públicos o entidades ambientales a estas tejedas, de modo que conduzca a un incremento de la frecuentación, puede ser percibido por parte de la propiedad como un factor de perturbación no deseado. Entonces, el malestar

del propietario puede dificultar la toma de acuerdos de conservación. Por esta razón, se debe consensuar con la propiedad cualquier difusión de los valores naturales de su finca y, en caso de acordar su promoción, evaluar la capacidad de carga de visitantes admisible, tanto para el ecosistema como para la tranquilidad de los habitantes de la finca.



Figura 1. Tejeda extremadamente sensible a los procesos erosivos en un barranco de montaña mediterránea. El suelo desnudo que se observa en la imagen de la derecha es consecuencia de un exceso de frecuentación humana por ausencia de un sendero bien delimitado. El Life TAXUS ha trabajado con los gestores del espacio para acondicionar el sendero con la construcción de fajinas con los restos de claras de mejora y señalización de la ruta. Fotos: Jordi Camprodon.

4.8. Problemáticas frente el cambio climático

El clima en Europa está cambiando debido al calentamiento global y probablemente las diferencias climáticas regionales irán en aumento en los próximos decenios. A escala europea, se prevén las peores condiciones (altas temperaturas y sequía) en la región Mediterránea, situación agravada con el incremento de los incendios forestales. El norte y el oeste se verán menos afectados por la sequía a largo plazo, pero pueden sufrir inundaciones periódicas y un incremento de temperatura con episodios de escasez de agua.

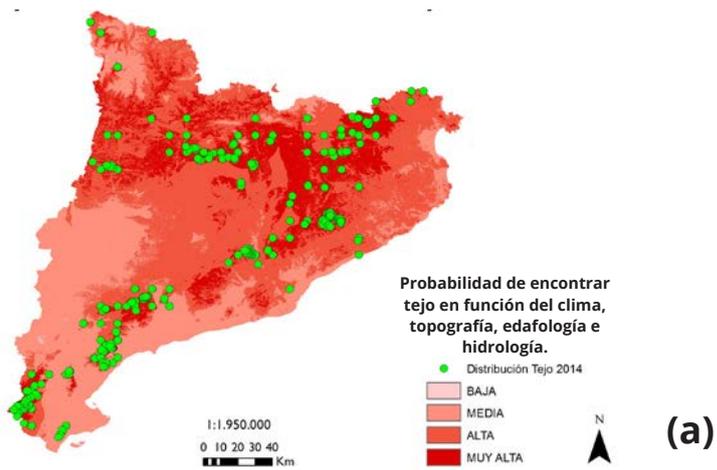
Los cambios en la distribución de una especie tan longeva como el tejo no son fáciles de prever. El tejo y su hábitat ya muestran evidencias de regresión en el suroeste de Europa por causas diversas (Thomas & Polwart 2003). Es probable que el cambio climático agrave la situación en la región Mediterránea, de forma directa o a través de sus efectos derivados, tales como la intensidad de los incendios forestales o el incremento del riesgo de erosión.

Se prevé que la aridez asociada al cambio climático aumentará la competencia por el agua del suelo entre el tejo y otras especies forestales como robles o pinos y favorecerá la presencia de enfermedades vegetales (Loarie et al. 2009, Thomas & Garcia-Martín 2015). Los individuos viejos seguramente irán decayendo progresivamente en las próximas centurias por el efecto negativo de la disponibilidad de agua. En las zonas más húmedas del norte el tejo encontrará mejores condiciones climáticas, pero la ocupación de nuevas áreas será lenta por problemas de competencia durante el proceso de regeneración (Thomas & Garcia-Martín 2015).

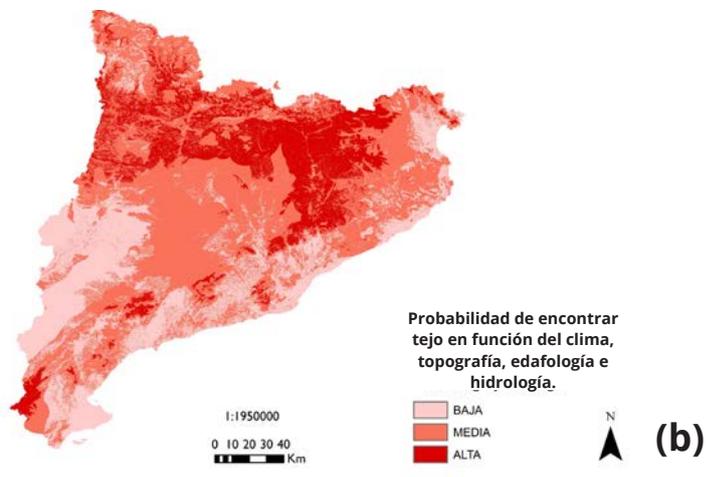
Es probable que a partir de la mitad de este siglo, las tejedas catalanas sufran un fuerte declive (Burgarella et al. 2012, Águila et al. 2015), como muestra la modelización del hábitat potencial futuro de las tejedas en Cataluña (figura 1). Las poblaciones de tejo tenderán a desplazarse hacia el norte en la medida que les sea posible, donde las condiciones climáticas se adaptarán a su perfil ecológico.

Aquellas poblaciones que tengan una baja capacidad de expansión o que se encuentren topográficamente aisladas en las sierras meridionales es posible que acaben por desaparecer a finales de siglo XXI (Águila et al. 2015) en el escenario actual de cambio climático. Las tejedas más septentrionales podrán mantener su perfil ecológico sin sufrir demasiado, a excepción de las poblaciones de baja altitud, que deberán desplazarse hacia zonas más elevadas. Otros estudios como los realizados en las tejedas de Portugal evidencian los mismos resultados (Draper & Marques 2007).

Hábitat potencial y distribución actual de *Taxus baccata* en Cataluña



Hábitat potencial de *Taxus baccata* en Cataluña en 2020



Hábitat potencial de *Taxus baccata* en Cataluña en 2070-2100

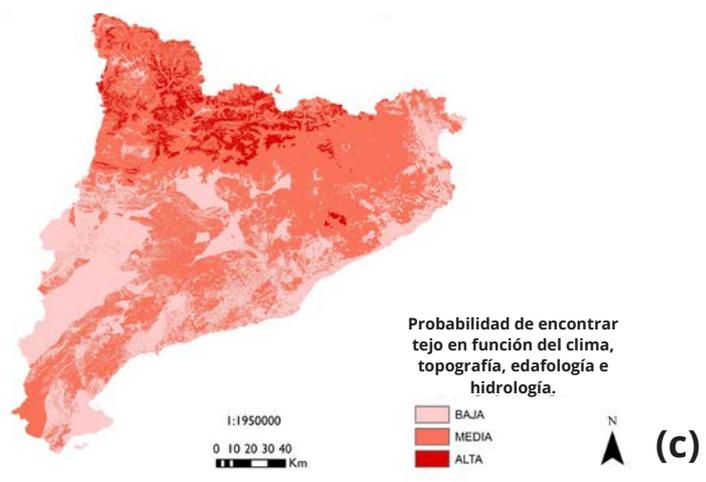


Figura 1. Hábitat potencial y distribución de *Taxus baccata* en Cataluña en la actualidad (a) y previsto para el año 2020 (b) y el periodo 2070-2100 (c) según Águila et al. 2015.

5. FICHAS TÉCNICAS

5.1. Acuerdos de custodia del territorio. Gestión y conservación del hábitat a través de la implicación social

1. Descripción

La custodia del territorio es una estrategia para implicar instituciones, propietarios y usuarios de tierras en la gestión y conservación de la naturaleza y del paisaje. En el marco de un proyecto de conservación, a través de acuerdos voluntarios entre los propietarios y las entidades de custodia se pretende gestionar directamente o apoyar la gestión de terrenos forestales donde estén presentes los hábitats de interés comunitario, a fin de mantener o restaurar sus valores. Estos acuerdos son especialmente útiles en zonas de elevado valor natural donde se combinan los objetivos de gestión y conservación.

2. Objetivo

El objetivo principal es conseguir la colaboración de la propiedad para poder llevar a cabo actuaciones de gestión y conservación de los hábitats presentes en su finca, determinando claramente los objetivos específicos y la duración del acuerdo. Con las diferentes opciones e instrumentos de custodia del territorio se puede lograr un acuerdo a medida del propietario y de la entidad de gestión con diferentes niveles de seguridad jurídica. Estos acuerdos permiten la adaptación a diferentes situaciones: fincas productivas, propietarios absentistas, contextos geográficos, etc.

3. Introducción a la custodia del territorio

En el marco del proyecto LANDLIFE promovido por la Red de Custodia del Territorio (XCT) se ha elaborado una guía de custodia muy simple para dar a conocer la custodia del territorio como una herramienta para implicar a la sociedad en la gestión del patrimonio natural en Europa (disponible en la web del proyecto <http://www.landstewardship.eu>).

También está disponible una *Guía de acuerdos de custodia y oportunidades en fincas privadas* pensadas especialmente para dar a conocer la herramienta a los propietarios:
[http://www.xct.cat/mm/file/2015/2015_Opciones_x_custodia_territori_Guia_Acords .pdf](http://www.xct.cat/mm/file/2015/2015_Opciones_x_custodia_territori_Guia_Acords.pdf).

4. Propuesta de actuación

Cuando la entidad de custodia detecta una zona de actuación es necesario, en primer lugar, localizar de quién es la propiedad. La forma más directa para conseguir el titular de una finca consiste en solicitar una nota simple en el Registro de la Propiedad (este documento es de

interés para la firma del futuro acuerdo). En ocasiones las fincas no tienen la información inscrita en el registro. Entonces, hay diferentes opciones para localizar a la propiedad, y generalmente se necesitan alianzas. En el Life Taxus hemos utilizado dos: a través del ayuntamiento del municipio o bien a través de los servicios territoriales de la Dirección General de Montes de la Generalitat de Catalunya.

El proceso para llegar a firmar un acuerdo de custodia puede ser muy largo, aunque no siempre. Durante este proceso, los intereses de cada parte en relación a la finca emergen y las partes deben entenderlos y respetarlos, para luego llegar a una visión compartida de cómo gestionar la finca. Los acuerdos se basan en la confianza mutua, y siempre y en todo caso la propiedad (sea un particular o un ayuntamiento) debe sentirse cómoda y satisfecha con la ejecución del acuerdo.

Los contenidos básicos de un acuerdo de custodia son los siguientes:

- Presentación de las partes implicadas.
- Ámbito de aplicación del acuerdo: toda la finca o sólo una parte, identificación de los terrenos.
- Descripción de los valores y los elementos de interés que justifican el acuerdo.
- Objetivos generales y específicos del acuerdo.
- Compromisos (o acciones) de la entidad ambiental y de la propiedad.
- Recomendaciones de gestión, que posteriormente se plasmarán en el plan de gestión.
- Acceso a la propiedad, acciones de comunicación y sensibilización.
- Gastos derivados del acuerdo y quien las asume.
- Duración del acuerdo. Seguimiento previsto del acuerdo por parte de la entidad con la recomendación de al menos una visita anual a la finca.
- Otros aspectos, como medidas previstas en caso de que se quiera transferir la propiedad y el canon que se pagará por la constitución de un derecho real para la gestión directa de la finca.

Existen diferentes opciones e instrumentos de custodia del territorio. En figura 1 se muestra un resumen de las diferentes opciones. Se puede ampliar la información con la guía de custodia, mencionada anteriormente.

El caso más habitual de custodia consiste un contrato entre las partes, donde el propietario mantiene la gestión de la finca, pero la entidad de custodia participa en el plan de gestión y da apoyo y asesoramiento a la propiedad.

Costes para la custodia de la entidad creciente, participación de la propiedad de disminuir



Figura 1. Opciones e instrumentos de custodia del territorio. Fuente: Sabaté et al. 2013.

El proyecto Life TAXUS ha firmado hasta 59 acuerdos con propietarios privados entre las ZEC de la Alta Garrotxa, la Ribera Salada, Montserrat, la Serra de Prades, la Serra de Llaberia y la Serra de Cardó para la conservación de las tejedas. Ha desarrollado tres herramientas de menor a mayor seguridad jurídica:

- Autorización del propietario para llevar a cabo los trabajos.
- Acuerdo de custodia para apoyar la gestión.
- Constitución de un derecho real para la cesión de los terrenos. Aplicado en el caso del Consorcio de la Serra de Llaberia para que gestione directamente algunas tejedas durante 25 años.

En el caso de la Serra de Llaberia la mayor parte de los casos el acuerdo se acompaña de un plan de gestión. Este documento se presenta como Plan Técnico de Gestión y Mejora Forestal (instrumento de planificación promovido por el Centro de la Propiedad Forestal), con el fin de trabajar con un formato que permita de forma adicional obtener beneficios fiscales y reducciones de costes para la transmisión patrimonial de la propiedad y, además, permita tener acceso a las ayudas de la gestión forestal sostenible que convoca la Generalitat de Catalunya.

5. Seguimiento

El seguimiento de los acuerdos de custodia es clave para asegurar su cumplimiento y el logro de los objetivos de conservación de los hábitats a largo plazo. La propiedad está siempre informada del desarrollo y el grado de cumplimiento de los objetivos del acuerdo gracias al seguimiento que hace la entidad de custodia. Este seguimiento se hace constar en informes anuales que la entidad de custodia entrega a la propiedad. Se recomienda una visita anual, por lo menos, a la finca con el propietario.

En la actualidad la XCT está trabajando para conseguir un registro oficial de acuerdos de custodia, y en un manual para el diseño y ejecución de iniciativas de custodia a través de buenas prácticas. Se puede encontrar más información en:

http://www.xct.cat/ca/cdr/5_documentacio_gestio_entitats_custodia_territori.html



5.2. Tratamientos silvícolas para regular la competencia

1. Descripción

La supresión de una parte de las especies competidoras permite el desarrollo de tejos que de otra manera se verían suprimidos o bien subsistirían dominados dentro del sotobosque, perdiendo la guía apical y alargando ramas laterales en la búsqueda de la luz. Con actuaciones silvícolas de regulación de la competencia se favorece el crecimiento en diámetro y altura de los tejos, su floración y fructificación, así como la capacidad de reclutamiento de nuevos vástagos.

2. Objetivo

El crecimiento y regeneración del tejo mejora significativamente con la ejecución de tratamientos de dosificación de la competencia (Caritat & Bas 2007, Ruprecht et al. 2010, Camprodon et al. 2015). La producción de frutos de los tejos y de otras especies acompañantes de interés para la fauna también es susceptible de mejorar después de una reducción de la competencia por la luz (Camprodon et al. 2015).

Por lo tanto, el objetivo es mejorar la vitalidad de los tejos y la capacidad de reclutamiento por medio de la disminución de la competencia de otras especies sobre el tejo. Estas actuaciones permitirán también disminuir la susceptibilidad de los tejos al ataque por hongos, reducir el peligro de incendio forestal e incrementar su adaptación y resiliencia frente al cambio climático.

La misma actuación puede aplicarse sobre otras especies características o de interés del hábitat: *Ilex aquifolium*, *Tilia cordata*, *Sorbus aria*, *S. domestica*, *S. torminalis*, *Crataegus monogyna*, *Phillyrea latifolia*, etc.

3. Propuesta de actuación

3.1. Tipos de tratamientos

Los métodos a utilizar serán las claras selectivas (de intensidad fuerte o moderada), la poda de ramas de árboles grandes y la eliminación de especies leñosas alóctonas. Estas actuaciones implican un trabajo de marcaje pie a pie para diseñar la actuación silvícola de forma individualizada, según el tipo de competencia y la tipología de bosque.

Tratamiento 1. Clara moderada. Dirigida a reducir el área basal en un radio de 5 m del tejo, pero evitando abrir demasiado el dosel (figura 1). Para reducir la competencia se prioriza el tratamiento de los árboles en este orden: 1) competencia apical, mecánica y lumínica en tejos juveniles y adultos, 2) competencia mecánica lateral, 3) competencia hídrica, a menudo ya incluida en los tratamientos previos. La cobertura arbolada antes/después de los tratamientos fue del 70,5 al 56% en la Alta Garrotxa (reducción del 19,5%) y del 66 al 51% en Llaberia (reducción del 15%). La luz directa incidente pasó del 39 al 51% en la Garrotxa y del 36,5 al 53% en Llaberia.

En promedio se propone una reducción del 40% del número de pies competidores (o de la cobertura de copas). Esta reducción se sitúa entre los valores del 45% en los rodales más densos y del 25% en los rodales más claros.

Tratamiento 2. Clara fuerte. Dirigida a reducir la cubierta arbolada en un radio alrededor del tejo/s objetivo que puede alcanzar una distancia de unos 10-12 metros del tejo. Se prioriza la reducción de la competencia lumínica lateral en función de la iluminación que puede recibir el mismo, es decir incidiendo sobre los árboles que interfieren la entrada de luz según el recorrido del sol. Se aplica prioritariamente en pies hembra adultos del estado dominante (orientativamente de al menos clase diamétrica 10 cm). La reducción de la cobertura es similar a la clara moderada, pero con un incremento superior en la luz directa incidente (del 36,5 al 61%). No extraer más del 35-40% del área basal, para evitar abrir demasiado las copas.

En toda clara se trata de ser prudente, para no exponer el tejo a una excesiva entrada de luz (Perrin & Mitchell 2013). Por su temperamento de sombra, especialmente en la región mediterránea, hay que velar por no sorprender a los individuos con una puesta en luz brusca. En los tejos tratados se midió el porcentaje de hojas afectadas (amarillentas y mustias). Las diferencias son significativas entre los tejos control y las claras fuertes, pero con un porcentaje mínimo de afectación de copa (11% de media del volumen de copa). En las claras suaves la afectación era despreciable e inferior a los tejos control, probablemente debido a que la reducción de competencia redujo el estrés en un año (2016) particularmente afectado por la sequía estival.

Tratamiento 3. Podas. Poda media o alta (de 2 a 5 m) de las ramas vivas que interfieren -o puedan interferir en un futuro- el crecimiento apical o bien interceptan la luz. Se pueden aplicar podas aún más altas en casos de tejos de gran tamaño.

Tratamiento 4. Eliminación de especies leñosas alóctonas. Se priorizan especies de carácter invasor, como por ejemplo las robinias. Se entiende como una mejora del hábitat de forma independiente a si la alóctona compite o no directamente con pies de tejo. Se procede por inyección de glifosato, en la concentración que indique el fabricante, en perforaciones en la base del tronco. Se efectúan varias perforaciones en un ángulo de 45 grados, en cantidad creciente según el diámetro de tronco. No se corta el árbol hasta que está totalmente muerto.



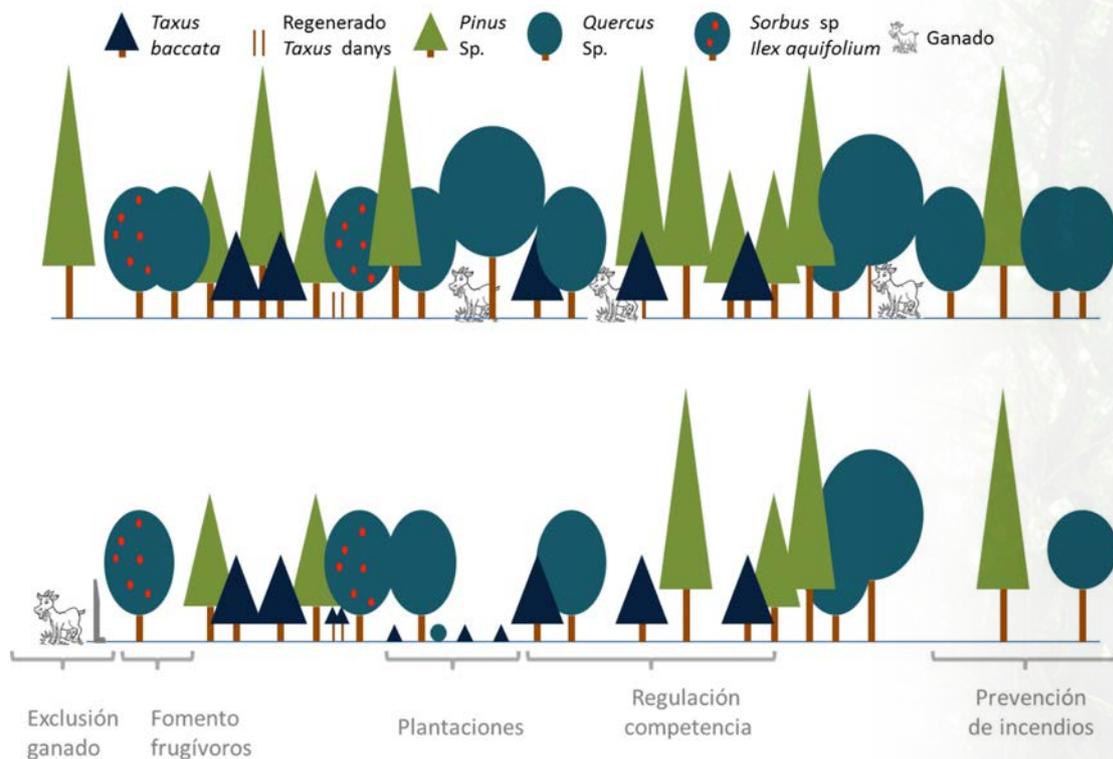


Figura 1. Esquema de clara selectiva y otras actuaciones de gestión en tejedas por el Life TAXUS. Original de Jarkov Reverté.

3.2. Tratamientos recomendados según tipo de bosque

Adaptado de Caritat et al. 2015. Ver capítulo 3.2 para detalles de la estructura del bosque.

Tipo 1. Tejada densa. El tejo puede llegar a densificarse hasta el punto de impedir su regeneración y la de otras especies. Clara moderada de individuos de tejo u otras especies del estrato dominante. Las actuaciones se centrarían sobre todo en favorecer pies madre muy tapados, para estimular la fructificación, en individuos veteranos de mayor valor patrimonial, en especies acompañantes características y escasas y en grupos de regenerado de tejo. En rodales adultos muy densos y de la misma clase de edad se puede experimentar la apertura de pequeños claros para favorecer el regenerado.

Tipo 2. Bosque mixto de tejo con coníferas y frondosas. La competencia lumínica e hídrica es intensa en alta densidad en estadio de fustal joven o medio sobre el tejo, acebo y serbales. Las actuaciones se centrarían sobre todo en favorecer pies muy tapados de todas las edades por medio de claras de moderadas a fuertes. En pinos grandes dominantes puede aplicarse el anillado, especialmente si hay regenerado que podría verse afectado por la caída del árbol (ver desglosado) o bien la poda alta.

Tipo 3. Tejada madura. Los tejos muy maduros suelen sufrir la competencia lateral mecánica y lumínica. Se recomienda clara moderada o poda alta de los árboles competidores, a menudo de gran tamaño.

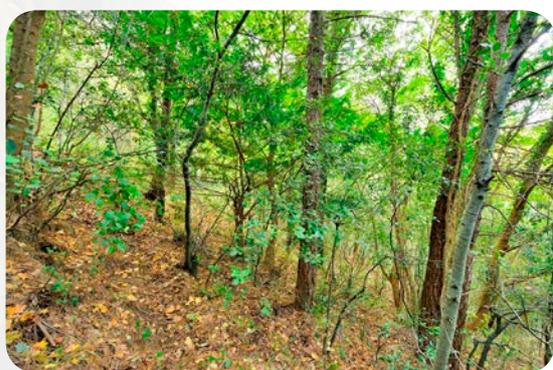
Tipo 4. Encinar con tejo. La competencia mecánica, por la luz y el agua suele ser muy fuerte cuanto más elevada es la densidad del arbolado. Realizar claras fuertes o moderadas de encinas

y otras frondosas y coníferas acompañantes que compiten con el tejo y especies características. Acompañar con poda media o alta de pies de frondosas de mayor tamaño, sobre todo cuando son de dimensiones excepcionales o de presencia rara en el conjunto de la masa (*Quercus*, *Acer*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Prunus*, etc.). Preservar los pies de frondosas raras, a pesar de que puedan competir con el tejo, en especial si tienen mejor porte o posibilidad de crecimiento.

Tipo 5. Hayedo con tejo. Los tejos y acebos suelen crecer en grupos en claros o bajo el dosel de hayas. Se puede favorecerlos con una clara moderada o poda alta de las hayas competidoras. En algunas hayas dominantes de porte recto puede aplicarse el anillado, especialmente si hay regenerado que podría verse afectado por la caída (ver desglosado).

Tipo 6. Pinar con tejo. En estadio de fustal adulto regular las coníferas suelen promocionar en un estrato dominante, muy por encima de la altura de los tejos más altos, lo que reduce la competencia mecánica y lumínica sobre los tejos, limitándola a las ramas bajas de la copa de los pinos. La clara moderada suele ser suficiente, a excepción de rodales con elevada densidad de pinos. En pinos grandes dominantes puede aplicarse la poda alta o el anillado, especialmente si hay regenerado que podría verse afectado por la caída del árbol (ver desglosado).

Tipo 7. Formaciones donde el tejo forma parte del sotobosque o llega a formar un estrato arbóreo subordinado. Los juveniles pueden estar bien protegidos por el dosel arbóreo y esperar la oportunidad de promocionar con la mortalidad de árboles vecinos. Si no se da, suelen acabar con copas muy deprimidas por competencia mecánica y sin fructificación por falta de luz. Efectuar una clara de los pies vecinos (a menudo un solo individuo) que contactan con la copa o las raíces con el tejo juvenil o adulto dominado. Se pueden cortar o podar los pies de segunda línea o de más altura que en un futuro impedirán el crecimiento apical del tejo subordinado.



a



b



c



d

Figura 2. Proceso de tratamiento de regulación de la competencia en tejo: a) parcela antes del tratamiento; b) marcaje de los árboles a cortar o podar e inventario del estado inicial; c) ejecución de la clara; d) seguimiento ecológico con centro de la estación en el tejo objetivo. Serra de Llaberia. Fotos: Jordi Bas.

4. Condicionantes

4.1. Especies arbóreas acompañantes

Se conservarán los pies de especies arbóreas de interés como los acebos, arces, tilos, cerezos, serbales, etc. No obstante, en determinadas circunstancias se pueden cortar pies o renuevos o efectuar podas de estos árboles, en caso de que compitan con pies de tejo o de otras especies que se estimen de mayor interés. Si se trata de especies protegidas se deberá pedir la autorización pertinente. Dejar en pie los pies de robles y otras frondosas viejas y de grandes dimensiones que de vez en cuando pueden encontrarse dispersos por el rodal.

4.2. Restos forestales y madera muerta

Los restos forestales se desemboscarán o esparcirán según el caso. En caso de desembosque, el tronco será apilado en segmentos largos (2-3 metros) y el ramaje será triturado sobre el camino. Se prestará especial atención en no diseminar las semillas de robinia u otras especies alóctonas. Los restos de cortas que estén a menos de 25 metros de una pista forestal se retirarán o se triturarán de acuerdo con la normativa vigente.

En caso de dejar los restos *in situ*, se esparcirá el ramaje y se triturará, sin superar el 50% de la superficie del suelo. Si conviene se apilarán en pequeños montones, que pueden servir de refugio para la fauna en caso de escasez de sotobosque. Los troncos sólo se trocearán en grandes trozas, si conviene para aplicarlos sobre el suelo. No se dejarán apilados en los troncos de los árboles, preferiblemente se dejarán apilados con el apoyo de una roca o esparcidos en el sentido de la curva de nivel, como medida de protección contra la erosión.

Se recomienda contemplar la generación de madera muerta para favorecer la biodiversidad y la dinámica forestal. Dejar troncos de dimensiones medianas (15-30) o grandes (más de 30 cm de diámetro) se considera muy positivo para la comunidad saproxílica (especialmente briófitos, hongos y coleópteros). Del mismo modo, dejar cepas altas o árboles anillados (madera muerta en pie) también resulta muy interesante. Orientativamente, dejar una densidad entre 5 y 30 pies muertos en pie/ha es óptima, pero en cualquier caso tampoco hay que forzar el rodal, por lo que hay modular la propuesta según lo que se observe en la dinámica de la masa arbolada. En relación a las cepas altas, se propone que se dejen a una altura de 40 cm unas 20 cepas/ha, de modo que se favorezcan especialmente hongos y coleópteros saproxílicos.

4.3. Desbroces selectivos

Solo se efectuarán en caso de prevención de incendios (ver capítulo 5.9). Fuera de este objetivo, únicamente se aplicará en caso de reducción de competencia o para facilitar la saca. No se debería eliminar más de un 40% de la vegetación arbustiva y lianoide para conservar la biodiversidad (Camprodón & Brotons 2006), en el interior de la tejeda.

Se recomienda no extraer las hiedras que a menudo se suben a los tejos, con excepción de las que afecten significativamente la copa, sobre todo en tejos veteranos.

4.4. Pasto y exclusión de herbívoros

Durante el desembosque debe procurarse no dañar los cercados de exclusión del ganado. Retirarlos temporalmente hasta finalizar los trabajos. Un uso ganadero moderado después de las actuaciones puede tener beneficios para la reducción de la vulnerabilidad de las copas de los árboles en caso de incendios forestales.

4.5. Árboles con nidos y cavidades

Procurar no cortar árboles que presenten cavidades, nidos de aves o refugios de mamíferos. Conservar los pies con cavidades de pícidos, especialmente los que contengan múltiples cavidades, indistintamente si son árboles vivos o muertos. Conservar todos los árboles con plataformas de nido de interés para rapaces. Los grandes pies de pino de tronco bifurcado en altura pueden ser interesantes para la formación de cavidades para quirópteros.

4.6. Flora y fauna amenazada

Ante intervenciones que impliquen alguna modificación de la estructura actual del rodal o de sus vías de acceso se deberá tener en cuenta las especies de flora y fauna amenazadas o singulares para asegurar su conservación en la zona, según legislación vigente.

4.7. Operatividad

Realizar las mejoras en el hábitat forestal siguiendo todos los criterios que se han descrito anteriormente requiere disponer de operarios expertos. Estos profesionales deben ser capaces de realizar maniobras de direccionamiento de la caída complejas. Se recomienda que el jefe de la brigada participe en las tareas de marcado de arbolado, para que ayude a la toma de decisiones y supervise la aplicación de todos los criterios a seguir por la brigada.

4.8. Comercialización de la madera

El uso productivo de madera que se desembose puede contemplarse en función de la calidad de estación, del nivel de capitalización de las masas, las condiciones de accesibilidad y las posibilidades de comercialización. Puede ser una alternativa en caso de no disponer de fondos económicos específicos para la realización de los trabajos de conservación del hábitat.

Anillado de árboles

El anillado consiste en la remoción completa de una banda de unos 10 cm de corteza y madera externa del árbol. Esto corta todos los haces de conducción del floema y el cambium, tejido que regenera el crecimiento secundario en grosor, y, por tanto, el árbol se debilitará hasta la muerte, si no puede rebrotar desde debajo del anillado.

El objetivo es reducir la competencia sin tener que extraer el árbol (por ej. en situaciones de difícil desembose o con mucha presencia de regenerado) y para favorecer la biodiversidad. El árbol anillado irá decayendo con los años y podrá ser colonizado por hongos e invertebrados saproxílicos y será un sustrato magnífico de alimentación y cría para que los pájaros carpinteros. La corteza a medida que se desprege ofrecerá un refugio para murciélagos. Para favorecer la ocupación por pájaros carpinteros es preferible anillar árboles de porte recto y diámetros gruesos (a partir de unos 20 cm de diámetro normal y altura de fuste de por lo menos 4 m).

Se practican con sierra o hacha dos incisiones separadas 10-20 cm de hasta 2 cm de profundidad del fuste y se vacía el contenido.



Figura 3. Proceso de anillado de un árbol. Se puede practicar con motosierra o hacha. Foto: Jordi Bas.

Algunos resultados

El Life TAXUS ha reducido la competencia en 186 ha sobre más de 8.000 tejos y ha retirado unos 20.000 pies competidores (media de 2,7 pies por tejo) entre encina, robles, arces, pinos carrasco, laricio y silvestre, como especies principales.

Las dimensiones medias de los tejos en Llaberia eran de 8,1 cm (+ - 4,8) de diámetro normal en las claras moderadas y de 10,8 cm (+ - 6,0) en las claras fuertes. En la Garrotxa la media de los diámetros era de 12 cm (+ -7,3). Los diámetros máximos de los tejos tratados fueron de 31 cm en Llaberia y 59,5 cm en la Garrotxa.

Durante el primer año post-tratamiento se observó un crecimiento importante en altura y más moderado en diámetro en los tejos tratados con respecto a los controles (figuras 4 y 5). El impacto de la puesta en luz sobre el follaje de los tejos fue mínima.

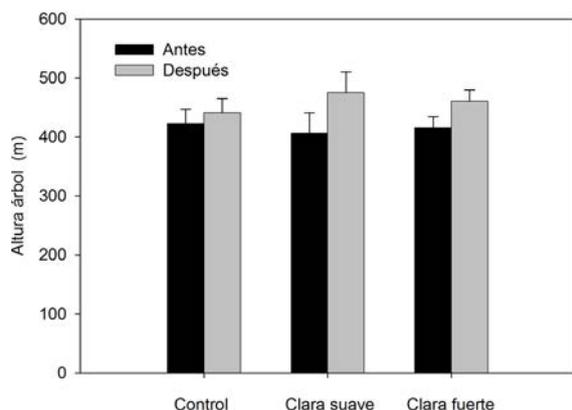


Figura 4. Crecimiento neto de altura en función de la localidad y el tratamiento.

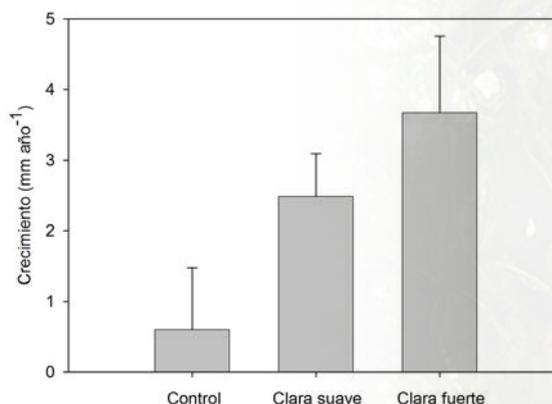


Figura 5. Crecimiento en diámetro por año y en función del tratamiento.

5. Indicadores de seguimiento

Se distinguen dos tipos de seguimiento: a escala de población y a escala de individuo.

5.1. Seguimiento de la estructura demográfica de la población

Se considera una población la formada por ejemplares que no disten más de 500 m, distancia no superada por el polen llevado por el viento (Serra 2009). Para un seguimiento demográfico se delimitará cada población, obteniendo la superficie real ocupada por el tipo de hábitat y se puede proceder a caracterizar demográficamente la población. Cada individuo se georreferencia y se numera para poder caracterizar la población a lo largo del tiempo. El momento óptimo de localización es en invierno o en el inicio de la primavera por la falta de hojas la mayor parte de los árboles y arbustos acompañantes que facilita la localización de los tejos. De cada individuo se toma el estado de desarrollo, el sexo, la altura y el diámetro normal. Con esto obtenemos los tipos de edad de cada población y se puede deducir si se trata de una población envejecida o con reemplazo generacional (Andrés et al. 2007, Sanz et al. 2007, Schwendtner et al. 2007).

Estado de conservación (Serra 2009):

- Favorable: distribución regular de sexos y edades, presentando tantos plantones y juveniles como adultos, población de al menos 50 ejemplares.
- Desfavorable-inadecuado: distribución irregular de sexos (pocas hembras), bajo reclutamiento (menos de un 10% de ejemplares de dn <5 cm) o población entre 10 y 50 ejemplares.
- Desfavorable-malo: inexistencia de hembras, nulo reclutamiento (todos los ejemplares con dn > 20 cm) o población menor de 10 ejemplares.

5.2. Seguimiento de los individuos sobre los que se aplica el tratamiento

Las medidas se toman en una estación circular con el individuo a medir como centro. Los radios recomendados son 3 m en los juveniles y 5 m en los tejos adultos. Se miden antes y después del tratamiento y en estaciones control (sin tratamiento). A ejecutar después del período vegetativo, en verano, antes de que las frondosas pierdan las hojas (para medir coberturas). Los frutos se contarán en octubre.

1. Identificar el individuo con una chapa, a poder ser a >1,5 m de altura y georreferenciarlo. Especificar el tipo de tratamiento aplicado o si se trata de un control.
2. Estado de desarrollo: brinjal (hasta 1,3 m de altura), juvenil (1,3 m de altura hasta 2,5 m dn), adulto (a partir de 2,5 m dn). Esta clasificación es arbitraria para facilitar el muestreo.
3. Sexo: macho, hembra, macho / hembra, indeterminado.
4. Diámetro de la copa del tejo en los dos ejes perpendiculares.
5. Diámetro normal (dn). A 1,30 cm de la base, siempre desde el lado sur del tronco. Se marcará el punto de medida con un cordel blanco o un dendrómetro en pies de > 5 cm dn.
6. Crecimiento en altura. Medido con una pértiga extensible que llega a la zona apical del árbol.
7. Crecimiento lateral. Tomar 3 medidas de crecimiento de las hojas. Medir lo que ha crecido en el año en curso desde la gema de otoño. Marcar el punto de comienzo del último año con un cordel.
8. Cubierta arbolada medida con foto hemisférica. Cámara con ojo de pez sobre el ápice del tejo. Emplazar siempre la cámara recta y que la parte superior de la fotografía vista en pantalla siempre mire al norte (hay que emplazarla con la ayuda de una brújula y un nivel). Análisis de las fotos con el programa GLA, *Gap Light Analyzer* (Canham 1988).
9. Relación isotópica $^{13}\text{C}:^{12}\text{C}$ ($\delta^{13}\text{C}$). Esta relación se ha utilizado para investigar la eficiencia relativa en el uso de agua (Donovan & Ehleringer 1994, Lloret et al. 2004) y puede tomarse como indicador del estrés hídrico al que se ha visto sometida la planta. Tomar 3 muestras de ramas finas de la parte alta de la copa, para separar después en el laboratorio por lo menos 30 hojas del último año.
10. Presión de ramoneo: yema apical tocada, ramas laterales con signos de ser comidas, ramas o tronco apical seco o tronco apical y / o ramas laterales rotas y muertas.
11. Estado de salud. Evaluado como el porcentaje de copa con hojas de coloración amarillenta. Anotar afectación por hongos, especialmente por *Armillaria*, parásitos, etc. Estado vital: bueno, afectado, muy afectado, en decaimiento o muerto.
12. Cobertura de las plantas que afectan el tejo en dos niveles: a) que lo tocan y b) que lo cubren en la vertical.
13. De cada individuo de porte leñoso se anotará la especie, el dn, el número de rebrotes, si tiene hiedra y si está marcado para cortar.
14. Regenerado. Conteo del regenerado de tejo en el conjunto de la estación, así como de las especies de porte leñoso.
15. Fructificación. Estima cuantitativa aproximada de los frutos observables en el conjunto del árbol. Estado de conservación (Serra 2009): favorable (cada hembra fértil produce 5.000 frutos/año, desfavorable-inadecuado (se producen entre 1.000 y 5.000 frutos/año por hembra, desfavorable-malo (producción menor a 1.000 frutos/año).



Figura 6. Tejo con dendrómetro (izquierda) y medida de la cubierta arbolada mediante foto hemisférica. Fotos: Jordi Bas.

5.3. Tratamientos silvícolas para regular el sotobosque

1. Descripción

En general, en las tejedas mediterráneas hay relativamente poca regeneración debido a la alta densidad de arbolado, que provoca un exceso de sombra, una falta de floración y fructificación y una elevada competencia sobre el regenerado. Por otra parte, el herbivorismo por parte de rumiantes domésticos puede ocasionar daños muy intensos sobre plantones y juveniles.

Hay que tener presente que el sotobosque da protección contra los herbívoros, pero a la vez compete con los plantones ($h < 1,3\text{m}$) y juveniles ($h > 1,3\text{ m}$ y $dn < 2,5\text{ cm}$). Los plantones de tejo a menudo crecen protegidos por el sotobosque, por ejemplo matas de zarzaparrilla y zarza, que le dan protección en ambos sentidos. Por un lado dificultan la entrada y el desplazamiento de los herbívoros en su interior; pero principalmente reducen la radiación solar, la evaporación directa del agua del suelo y la evapotranspiración foliar de los pequeños plantones, permitiendo una mayor disponibilidad de humedad durante el verano (Fernández et al. 2015). El plantón crece bien bajo cubierta, ya que es esciófilo. No obstante, se debe regular que la cobertura arbustiva no dificulte el crecimiento por competencia mecánica e hídrica.

2. Objetivo

Mejorar la regeneración del tejo, su supervivencia y crecimiento en rodales tanto de alta como baja densidad y sobre todo en zonas conectoras. Dejar una orla de cobertura de sotobosque necesaria para dar protección contra los herbívoros (especies espinosas como zarzaparrillas, zarzas, acebos, enebros, etc...) y al mismo tiempo efectuar claras del estrato arbóreo y arbustivo.

3. Propuesta de actuación

Se trata de una retirada de arbustos y lianas (zarzas y zarzaparrillas habitualmente) que trepan por las copas de tejos juveniles y pueden reducir el crecimiento. En algunos casos se puede abrir una pequeña orla de un metro de radio como máximo alrededor del regenerado. No obstante, hay que ser muy ponderado y solo actuar en casos en que se observen dificultades en el estado vital del tejo, ya que se trata de no reducir la protección contra los herbívoros que ofrece la orla arbustiva.

Retirar las zarzaparrillas y zarzas que trepan con profusión los tejos adultos, sobre todo en los claros y el umbral del bosque, donde penetra más la luz. No cortar las hiedras por su importancia como refugio y alimentación de la fauna, salvo casos puntuales donde el grueso de la hiedra o su copa puedan afectar gravemente el crecimiento del tejo.



Figura 1. Plantón de tejo creciendo sano aunque muy espigado entre zarzas. Si el crecimiento apical no se ve interrumpido no sería necesario actuar. Serra de Llaberia. Foto: Jordi Camprodon.



Figura 2. Juvenil de tejo cubierto por sotobosque y restos de ramaje, que lo protegen de los herbívoros, pero que a la vez ejercen una fuerte competencia. De momento ha conseguido subir por encima de la cubierta vegetal, pero la falta de espacio vital puede dificultar la promoción del tejo con un buen porte en la edad adulta. En este caso es preferible retirar el exceso de cubierta. Serra de Llaberia. Foto: Jordi Camprodon.

4. Condicionantes

El trabajo de desbrozado selectivo debe hacerse con mucho cuidado para no afectar el regenerado de tejo u otras especies. Los desbroces selectivos generalizados sólo se efectuarán en caso de prevención de incendios (ver capítulo 5.9). Fuera de este objetivo, sólo se aplicará en caso de reducción de competencia o para facilitar el desembosque. No deberían eliminar más de un 40% de la vegetación arbustiva y lianoide para conservar la biodiversidad (Camprodon & Brotons 2006) en el interior de la tejeda. Sería necesario que antes de emprender desbroces del matorral, se comprobara la presencia de plantones de tejo entre el matorral, incluso en ausencia de individuos adultos. Entonces habría que marcarlos y a poder ser, protegerlos.

En caso de dejar los restos *in situ*, se esparcirá el ramaje y se triturará, sin superar el 50% de la superficie del suelo. Si conviene se apilarán en pequeños montones, que pueden servir de refugio para la fauna en caso de escasez de sotobosque.

Alguna de las zonas de trabajo no se podrá realizar entre los meses de abril y julio (ambos incluidos) para no interferir en la nidificación de especies protegidas. Por este motivo será necesario consensuar, con la dirección técnica, un plan de trabajo de las diferentes zonas de actuación.

5. Indicadores de seguimiento

Dos tipos de estaciones con dos objetivos:

- 1) Estaciones circulares para medir el éxito del reclutamiento e identificar patrones de distribución del regenerado.

1. Recuento del regenerado. Plantones: hasta 1,3 m altura, juveniles: de 1,3 m hasta 2,5 cm de diámetro normal.
2. Índice de regenerado: porcentaje de plantones y de juveniles con respecto a los adultos.
3. Distancia a pies semilleros, dentro arbustos facilitadores y en los claros (García et al. 2000).
4. Cobertura arbolada (por ejemplo, medida con foto hemisférica).

2) Estaciones de seguimiento de los efectos del tratamiento sobre el regenerado. Medido en una selección de plantones, antes y después del tratamiento y en estaciones control (sin tratamiento).

Variables que sirven para evaluar el efecto de los tratamientos (pueden aplicarse también en el caso de estaciones de recuento del regenerado):

1. Identificar el individuo con una chapa y georreferenciarlo. Especificar el tipo de tratamiento aplicado o si se trata de un control.
2. Crecimiento en altura del brinjal o juvenil.
3. Crecimiento radial de los juveniles, mediante el diámetro normal y diámetro de copa máximo y su ortogonal.
4. Crecimiento anual de nuevos brotes.
5. Crecimiento de la cubierta arbustiva circundante.
6. Estado de salud. Evaluado como el porcentaje de copa con hojas de coloración amarillenta. Anotar afectación por hongos en los juveniles, especialmente por *Armillaria*, parásitos, etc. Estado vital: bueno, afectado, muy afectado, en decaimiento o muerto.
7. Presión del ganado: recuento del número de brotes ramoneados.

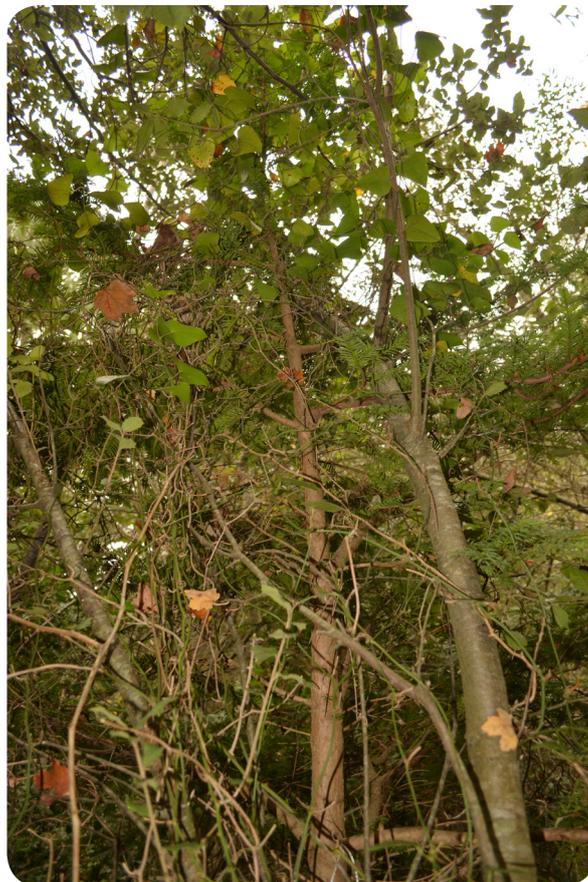


Figura 3. Tejo totalmente cubierto por zarzaparrilla y rebrotes en encina. Serra de Llaberia. Foto: Jordi Camprodon.



5.4. Tratamientos fitosanitarios

1. Descripción

Las condiciones de estrés, especialmente las causadas por la deficiencia de agua, pueden facilitar la afectación por hongos e incluso la muerte de los tejos, a pesar de ser una especie especialmente resistente. En tejedas de Alta Garrotxa, Poblet y Llaberia se han registrado muertes de tejos por daños en las raíces producidos por el hongo *Armillaria* después de unos años de sequía. En la tejeda de Miseclops algunos individuos adultos parcialmente afectados se recuperaron después de un tratamiento de poda alta (Caritat & Bas 2007).

En las plantas afectadas, la *Armillaria* puede provocar una enfermedad que causa la podredumbre de las raíces. Los síntomas principales se detectan en la parte aérea de la planta con marchitamiento de las ramas y finalmente la muerte. Algunos árboles no presentan síntomas visibles de la enfermedad en la copa, pero el deterioro radicular los hace muy vulnerables. Suelen aparecer cuerpos fructíferos alrededor de la base de los árboles infectados.

En cuanto al reconocimiento de *Armillaria* se requiere observar la corteza de la raíz y la base de la cepa ya que si tiene la enfermedad se separa en tiras y debajo aparecen las placas blancas del micelio claramente visibles. En el apartado 4.2 se describen también otras enfermedades y plagas que se pueden observar en tejos silvestres o en árboles ornamentales.

2. Objetivo

Evitar la expansión de diferentes patógenos especialmente la infección por *Armillaria* mediante tratamientos silvícolas en las tejedas. Aunque *Armillaria* y otros hongos patógenos forman parte de los procesos vitales naturales de los ecosistemas, la presencia de pies de tejo infectados debe poner en alerta al gestor, debido a la escasa superficie y la excepcionalidad como hábitat de las tejedas.

3. Propuesta de actuación

El control de la enfermedad causada por *Armillaria* es difícil en la medida en que las estructuras infectivas de este hongo están en el suelo y en ocasiones a profundidades próximas a 1 m y por debajo de la corteza de las raíces.

Los principales tratamientos se llevan a cabo mediante la activación continuada de los mecanismos de defensa de la planta con el fin de mejorar sus condiciones fisiológicas y ecológicas. No obstante, en algunos casos de árboles aislados o plantados se aplican tratamientos de eliminación química por inyección de fungicidas en la cepa afectada, utilizando barreras físicas con ahoyados de cerca de un metro o métodos biológicos mediante bacterias como *Pseudomonas fluorescens* o hongos antagonistas como *Trichoderma* sp. y *Gymnopilus spectabilis* (Mesanza et al. 2016). Para más información consultar:

http://www.avisosneiker.com/wp-content/uploads/2011/02/FICHA-armillaria_3.pdf.

Los tratamientos en el caso del conjunto de una tejeda consisten en cortar y retirar los pies altamente afectados por el hongo para evitar su propagación y efectuar podas parciales en los tejos adultos para revitalizar los árboles y aumentar su resistencia a la enfermedad (Camprodon et al. 2015).

En el caso de tejos ornamentales afectados por coccidios se tratan a veces con insecticida mediante pulverizaciones en las ramas y hojas o por vía sistémica inyectando directamente dentro de los troncos (Crespo et al. 1987).

El tratamiento de los hongos *Laetiporus sulphureus* y *Heterobasidium annosum* se hace eliminando los cuerpos fructíferos para evitar la propagación de la putrefacción y sacando los muñones de antiguas ramas o cepas que aparecen podridos (Cortés et al. 2000).

4. Indicadores de seguimiento

Variables que sirven para evaluar el efecto de los tratamientos son:

1. Crecimiento en perímetro de tronco, medido mediante dendrómetros.
2. Estado de salud, evaluado como el porcentaje de copa con hojas de coloración amarillenta.
3. Crecimiento anual de nuevos brotes.



Figura 1. Micelio de *Armillaria* sp. en el tronco de un ejemplar de un adulto joven de tejo muerto por la infección. Serra de Llaberia. Foto: Jarkov Reverté.



Figura 2. Poda alta para tratar árboles afectados por *Armillaria* sp. en la tejeda de Misclòs (Alta Garrotxa). Foto: Antonia Caritat.



Figura 3. Tejos adultos afectados por *Armillaria* sp. en la tejeda de Misclòs (Alta Garrotxa). Se observan ramas bajas secas o con pocas acículas, una gran cantidad de rebrote de tronco y dendrómetros para el seguimiento del crecimiento. Foto: Jordi Camprodon.

5.5. Gestión ganadera y protección del regenerado de tejo

1. Descripción

A pesar de que el pastoreo del sotobosque conlleva indudables beneficios para la conservación de la estructura y composición de muchas formaciones vegetales y paisajes mediterráneos, varios estudios señalan el ramoneo de los tejos juveniles como una de las principales causas del colapso de las poblaciones de tejo (véase capítulo 4.3).

Hay que tener presente que la gestión de conservación del regenerado de tejo se realizará teniendo en cuenta simultáneamente todos los componentes que integran su red ecológica: dispersión de aves, herbívoros y plantas nodrizas potenciales (García & Obeso 2003).

2. Objetivo

- Evaluación del impacto causado por herbívoros sobre una población de tejo.
- Identificación de las técnicas de protección frente herbívoros.

3. Propuesta de actuaciones para la protección del regenerado

En el proceso de decisión sobre cómo proteger el regenerado hay que considerar la estructura de la tejeda, la intensidad del ramoneo y la existencia o no de planta nodriza o protectora.

Tabla 1. Propuesta de actuaciones en función de la proporción de regenerado de tejo, la densidad de planta nodriza y la intensidad de herbivoría.

Tejeda	Hábitat	Herbívoros	Actuaciones
Regenerado/adultos	Planta nodriza	Intensidad	
Tasa alta >60%	Indiferente	Alta >40%	Regulación del ganado o de los ungulados salvajes. Cercados de exclusión.
		Baja <40%	Sin actuación. Seguimiento a lo largo del tiempo.
Tasa baja <60%	Alta densidad (>40%)	Alta >40%	Plantación bajo planta nodriza. Regulación del ganado o de los ungulados salvajes. Seguimiento del regenerado.
		Baja <40%	Plantación bajo planta nodriza. Seguimiento del regenerado y de la plantación.
	Baja (<40%) densidad	Alta >40%	Protectores individuales y cercados de exclusión. Plantación de planta nodriza en microhábitats y plantación de tejo.
		Baja <40%	Regulación del ganado o de los ungulados salvajes. Creación de microhábitats con planta tutora y plantación posterior de tejo.

Los tipos de mecanismos de protección se pueden agrupar en dos tipos: 1) de mecánica natural o 2) artificial.

3.1. Regulación del pasto de ganado doméstico o salvaje

Establecer planes de ordenación cinegética y pascícola, donde se determine la gestión ganadera y silvícola a realizar, así como las medidas de protección del tejo, siempre teniendo en cuenta las necesidades del ganadero, las zonas de pasto disponibles y la composición de las especies acompañantes en el sotobosque. Algunos ejemplos de actuaciones con ganaderos: pactar los itinerarios y los meses de descanso de los rodales con tejo, ofrecer medidas compensatorias, como arreglar un punto de agua para cambiar el recorrido de los animales o desbrozar una zona de matorral para aprovechar el rebrote posteriormente.

3.2. Construcción de cercados para proteger el regenerado

Para el ganado vacuno es relativamente sencilla la instalación de pastores eléctricos para evitar la entrada de ganado en zonas con regenerado de tejo. Para otro tipo de ganado, los cercados cinegéticos pueden ser una opción pero más cara y con problemas potenciales para el normal funcionamiento del ecosistema. En este caso, los cercados se construyen con malla cinegética clavando cada 3 o 4 metros un puntal de madera o bien aprovechando árboles existentes. El tamaño puede ser diverso, desde proteger unos pocos juveniles, hasta un rodal con varias plántulas de unas decenas de metros cuadrados (30-1000 m²). Estos cercados se moverán a otras parcelas a medida que los tejos crezcan por encima del alcance de las cabras. En todo caso hay que comunicar al pastor la ubicación de los cercados y analizar conjuntamente los posibles problemas (figuras 2 y 3).

3.3. Protectores individuales

Los protectores individuales confieren protección frente a herbívoros (figura 4) y también pueden proteger de la radiación solar recubriendo el protector con una malla de sombreo (aconsejable sólo en los primeros años de crecimiento). Se pueden adquirir en diferentes casas comerciales o bien se pueden construir en el lugar con malla metálica y barras metálicas.

3.4. Creación de microhábitats con planta nodriza

El mantenimiento de especies protectoras en el estrato arbustivo puede favorecer el desarrollo de las plántulas de tejo (Schwundtner et al. 2007, Farris te Filigheddu 2008). Es necesario conocer previamente cuál puede ser el efecto de los ungulados sobre estas plantas (ver capítulo 4.3). Por ello se recomienda observar visualmente el grado de ramonear de las especies del rodal. El tipo de animal es clave: la cabra consume una proporción de lignina más elevada que la oveja y por tanto prefiere especies leñosas, como el acebo o la aulaga. En caso de que la germinación de tejo sea muy baja y la frecuentación de herbívoros moderada o alta se recomienda realizar una plantación de tejo en el interior de la mata o arbusto protector.

4. Evaluación del impacto por herbívoros

Existen numerosas metodologías para estimar el impacto de los herbívoros sobre el ecosistema en función del tipo de animal, el componente o proceso susceptible de ser afectado y el presupuesto de que se dispone (véase la recopilación hecha por *Forest Ecology and Management*, volumen 120, 1999).

En el caso del tejo hay estudios específicos (García et al. 2000, García et Obeso 2003, Linares 2013) en los que además también se considera la estructura de la masa forestal como aspecto

clave. Estos estudios han demostrado que la presencia de **plantas protectoras (o nodriza)** formadas por arbustos leñosos de frutos carnosos (FFS, *fleshy-fruited shrub*) tienen una acción protectora para la regeneración del tejo en el límite sur de su área de distribución europea y a su vez, hacen la función de atrayente de los dispersores de semillas de tejo siendo una asociación muy beneficiosa para los estadios plántula y juvenil del tejo.

Así pues, la evaluación del herbivorismo debe tener en cuenta tanto la estructura de la tejeda y su estructura poblacional (tabla 2), como aquellos parámetros más directos del herbivorismo (presencia herbívora, presión herbívora de la vegetación y sobre el tejo).

Tabla 2. Elementos a considerar en la evaluación del herbivorismo para el establecimiento de medidas de conservación.

Diagnos	Parámetro	Elementos de medida	Método
Forestal	Estructura del hábitat	Número de árboles por hectárea y especie Número de arbustos por hectárea y especie (% plantas nodrizas) Altura promedio del estrato arbóreo y arbustivo	Inventario forestal: parcelas de radio fijo o transectos
	Estructura de la población de tejo	Estructura de la población de tejo Densidad (número de individuos /ha) Estructura de edad: % adultos, % juveniles, % plántulas Sex ratio: hembras/machos Ratio de juventud: % de juveniles/adultos	
Presencia herbívora	Frecuentación del ganado	Forma directa: número de animales por hectárea y año Forma indirecta: número de heces por hectárea y año	Fototrampeo o transectos
Presión herbívora sobre el hábitat	Presión de ramoneo	Grado de ramoneo de cada especie	Transecto y aplicación del Índice de ramoneo (tabla 3)
Presión herbívora sobre el tejo	Riesgo de presión herbívora	% de juveniles de tejo ramoneados	Transectos
	Magnitud del ramoneo	% de pérdida de dominancia apical del tejo (número de verticilos apicales/edad del individuo)	

La estructura forestal del hábitat nos da información sobre la composición y densidad de los estratos arbóreos y arbustivos. En este caso, el conocimiento de la composición arbustiva nos permite identificar la presencia de especies con acción nodriza en el tejo. Junto con la ratio de juventud de la estructura de la tejeda nos da una información previa de su estado de conservación (tabla 2), que nos permite identificar las estrategias de gestión (tabla 1).

La determinación de la frecuencia de herbívoros es importante y nos puede dar una idea de la posible presión herbívora sobre la vegetación, a la vez que permite establecer estrategias de regulación y control del rebaño por determinadas zonas más vulnerables. También sería interesante diferenciar el tipo de ganado.

La presión herbívora sobre el hábitat o **presión de ramoneo** es un elemento complementario a la frecuencia de herbívoros que permite diferenciar las zonas de paso o refugio puntual de las zonas de alimentación. Este es un método semicuantitativo que tiene en cuenta el grado de ramoneo en especies palatables y poco o nada palatables (Taüll et al. 2011a, b) y consiste en la realización de un transecto donde se anota para cada especie vegetal de menos de 1 m de altura (tabla 3): (1) nombre de la especie y (2) su grado de consumo según las categorías de 0 a 4 (0: no ramoneo; 1: unos pocos brotes comidos; 2: partes comestibles > partes consumidas; 3: partes comestibles << partes consumidas; 4: sólo partes consumibles en zonas no accesibles (parte interior del arbusto)). Posteriormente se identifican las especies según sean palatables o no a partir del conocimiento de las características de las plantas y las preferencias del ganado (para más detalles ver Taüll & Baiges 2016) y se calcula un promedio de los valores de ramoneo para las especies palatables y otro para las especies poco o nada palatables, finalmente se asigna a partir de los valores de la tabla 3 el grado de intensidad de ramoneo. El índice se convierte máximo cuando se observa que algunas especies vegetales consideradas poco palatables están siendo muy ramoneadas. Este es un método objetivo para determinar la intensidad de ramoneo de forma comparativa entre diferentes zonas.

Tabla 3. Estimación de la intensidad de ramoneo según el grado de consumo de especies indicadoras, palatables y poco o nada palatables (Fuente: Taüll et al. 2011b).

	Intensidad de ramoneo				
	Nula	Débil	Media	Fuerte	Muy fuerte
Especies palatables	1	2	3	3-4	4
Especies poco o nada palatables	0	0	0-1	1-2	2-3

La presión herbívora sobre el tejo se considera desde la determinación de tres elementos: riesgo de herbivoría (% juveniles ramoneados), intensidad de ramoneo (% ramas dañadas/ totales) y la magnitud de ramoneo (% pérdida de dominancia apical). El valor promedio de estos parámetros, lo proponemos para determinar el tipo de actuación de conservación a realizar (tabla 1).



Figura 1. Ejemplos de una elevada presión ganadera (índice 3-4) sobre aladierno (*Rhamnus alaternus*, especie palatable, izquierda) y coscoja (*Quercus coccifera*, poco palatable, derecha). Fotos: Marc Taüll.



Figura 2. Construcción de un cercado de exclusión en la Serra de Llaberia. Foto: Jarkov Reverté.



Figura 3. Cordero atrapado en un cercado de exclusión del ganado. Una malla tipo cinagética, con un paso de luz más estrecho en la parte baja puede reducir este riesgo, pero también dificultar el paso de algunos pequeños animales. Foto: Marc Taüll.



Figura 4. Protectores individuales para tejos juveniles contra las cabras en la tejeda de Cosp (Serra de Cardó). Están dimensionados para prever el futuro crecimiento del tejo. Foto: Jordi Bas.



Figura 5. A los pocos años de la instalación de los cercados o protectores individuales, los tejos se van recuperando con rebrotes que pueden ser llegar a ser vigorosos. En la imagen plantón de tejo justo después de la instalación el cerrado (izquierda) y pasados 4 periodos vegetativos (derecha). Fotos: Pere Casals y Jordi Bas.



5.6. Producción y plantación de material vegetal de tejo

1. Descripción

Con el fin de reforzar poblaciones, mejorar la conectividad genética o restaurar tejedas degradadas, puede ser necesaria la producción ex situ de plántula de tejo y de especies acompañantes (ver ficha 5.7). En función de la casuística que presente la tejeda de estudio se proponen diferentes tipos de actuaciones de gestión y diferentes tipos de material vegetal de base (tabla 1). En la naturaleza, el tejo se reproduce por dos vías, la sexual y la vegetativa. Por lo tanto, la producción de planta se puede realizar a partir de semilla, cultivo in vitro de embriones o esqueje. Para la preservación efectiva del abanico genético de las poblaciones, la reproducción debe ser a partir de semilla o cultivo *in vitro*.

La reproducción por semilla es extremadamente lenta en el medio natural, ya que las semillas presentan inhibidores o latencias que retrasan hasta tres años el proceso de germinación. La latencia de la semilla es muy compleja y difícil de romper, ya que existe tanto una inhibición morfológica como otra de química asociada al embrión. El protocolo de germinación que aquí se presenta fue desarrollado con el objetivo de producir plantas a partir de semilla después de un año de su recogida, en la segunda primavera (García-Martí 2007).

Como la propagación por semilla puede ser difícil, hay estudios que han intentado realizar el cultivo *in vitro* a partir del embrión de la semilla. Las germinaciones por este método se producían a los 2-3 meses con 26-55% de éxito germinativo (Arregui 2007). En otro estudio se obtuvieron germinaciones a los 15 días con un 85% de éxito (Hosseini et al. 2011). A pesar de que este sistema constituye un proceso viable para la producción de tejo en masa, solo se aconseja que sea aplicado por grupos especializados que dispongan de la infraestructura necesaria para evitar contaminaciones y garantizar el cuidado posterior de la plántula producida.

2. Objetivo

- Identificar el tipo de actuación de conservación más apropiado para una población.
- Identificar el tipo de material vegetal de base a utilizar para cada acción.
- Conocer las técnicas de producción de planta a partir de semilla o multiplicación vegetativa.
- Conocer la técnica de plantación y protección de plantones en el bosque.

3. Técnicas de conservación *ex situ*

En la tabla 1 se indica la metodología a seguir para la producción de planta a partir de semilla o esqueje. Las indicaciones para la plantación se especifican en el apartado 4.

Tabla 1. Propuesta de actuaciones de gestión de conservación y tipo de material vegetal de base en función de los objetivos y diagnóstico de la población de estudio.

Diagnóstico poblacional	Actuación de gestión	Objetivo principal	Tipos de material vegetal de base	Destino de la planta
Falta de regenerado	Refuerzo poblacional	Reforzar la clase de edad no reproductora.	Semilla	La población de origen o la misma procedencia del material vegetal.
		Creación de nuevas poblaciones, aumento de la variabilidad genética.		
Desaparición de una población	Repoblaciones	Fortalecimiento con réplicas de la expresión sexual conocida.	Multiplicación vegetativa (esquejes)	
		Repoblaciones muy extensas a partir de material vegetal de huerto semillero o banco de germoplasma de la población afectada o de la misma región de procedencia.	Cultivo <i>in vitro</i>	
Poblaciones fragmentadas de una misma sierra o área geográfica próxima: 1) con intercambio genético bajo, vulnerable a posibles accidentes (incendios, sequía, etc.).	Huerto semillero: casi <i>in situ</i>	Colección de individuos de gran valor biológico, aumento de intercambio genético, producción de semillas con menos riesgo de endogamia.	Multiplicación vegetativa (esquejes)	Huertos en condiciones ambientales similares a los de reintroducción. Puede estar cerca o lejos de la ciudad de origen.
		2) con alto o bajo intercambio genético, vulnerable a posibles accidentes (incendios, sequía, etc.).	Huerto semillero: circa <i>situm</i>	Réplicas de gran valor biológico, colección de planta nativa de la región, educación ambiental, conectividad futura con la población natural.

La región de procedencia es la zona o grupo de zonas sujetas a las condiciones ecológicas uniformes en las que se encuentran los rodales que presentan características fenotípicas o genéticas similares, teniendo en cuenta los límites de altitud en su caso (Real Decreto 289/20013, arte. 2. f). En el caso del tejo en el Estado Español se pueden distinguir 46 zonas, 5 de ellas en Cataluña.



Figura 1. Huerto semillero de tejo *circa situm* (Serra de Xiva, València). Formada por réplicas de individuos adultos procedentes de poblaciones naturales de tejo en la provincia de Valencia. El objetivo principal es salvaguardar la variedad genética de las últimas poblaciones del tejo del centro valenciano alejándolas de posibles alteraciones además de poder obtener semilla de calidad para posibles refuerzos poblacionales. Foto: Xavier García-Martí.

Semilla

Recolección de material vegetal (esquejes, frutos etc.) es obligatorio notificar y obtener el certificado expedido por la Generalitat de Catalunya según Directiva 1999/105/CE1 y cumplen con las normas: RD289/20032 y D131/20123 en el caso de Cataluña.

74% de germinación con semilla de buena calidad.



Figura 2. Plántulas de tejo en la bandeja de siembra. Foto: Jordi Bas.

Recolección

- Origen: respetar las regiones de origen y normativa aplicable.
- Época: escalonadamente de septiembre a octubre, esperar que maduraren los frutos y recogerlos del árbol.
- Método: coger los frutos de varios pies hembras con buena fertilidad. Colar y cosechar los frutos en un cubo, conservar el material en un refrigerador (4°C) hasta su procesado
- Trazabilidad: etiquetar bien el individuo, la zona de recolección y el peso. Mantener la trazabilidad a lo largo de todo el proceso de germinación hasta la siembra.

Protocolo de germinación

Extracción de la semilla: inmediatamente después de la cosecha, ya que puede afectar la germinación de la semilla. Se extrae el arilo de forma mecánica o manual, seguido de un enjuague con abundante agua, descartando las semillas que flotan. Por último se secan a temperatura ambiente y guardan en el refrigerador.

- Prueba de viabilidad de semillas: test del "tetrazolium".
- Tratamiento previo de las semillas.
- Escarificación ácida (2 agua destilada: 1 ácido sulfúrico 98%, en agitación constante durante 3,5 h).
- Limpieza de la semilla con agua destilada y frotándola usando un colador para extraer los restos de la cubierta de la semilla.
- Imbibición en agua destilada durante 24 h.
- Estratificación en turba húmeda (composición 60:30:10: perlita: turba: coco) entre 0-4 ° C y elevada humedad (80-85%) durante 4 meses (puede aplicar tratamiento anti fúngico con himexazol al 0.072% si se considera apropiado). La semilla se entierra a 2-3 cm de profundidad.
- Dejar las bandejas de cultivo bajo cubierta, en umbráculo del 50%.
- Se espera que germinen en la segunda primavera (aproximadamente pasados 18 meses).

Repicado y cultivo

- Repicado: después de 2 meses de su germinación, repicar las plántulas de la bandeja de cultivo a recipientes individuales de 300 cc a una profundidad de enraizamiento de unos 20 cm con autorepicado. Composición del sustrato: el mismo que la de siembra (Figura 4)
- Fertilización: para el global del cultivo se estima 150:25:130 mg de N:P:K; aportando una parte el primer día del repicado (47,6 g/planta con una composición de 16:7:15 de N:P:K) y el resto por fertirrigación de manera sostenida durante el proceso de producción hasta la etapa de acondicionamiento antes de llevarlos al campo.
- Fase de acondicionamiento: en el vivero (principio/ mediados de octubre) se lleva a cabo un proceso de endurecimiento de las plantas, reduciendo la intensidad del riego antes de la siembra en el campo.

Multiplicación vegetativa

Recolección

- **Origen:** respetar las regiones de procedencia y la normativa aplicable.
- **Periodo:** de noviembre a febrero.
- **Método:** a partir de esquejes apicales: 15-20 cm de longitud y hasta 0,5 cm de diámetro procedentes de ramas secundarias con entrenudos cortos y madera de la base lignificada.
- **Trazabilidad:** etiquetar bien el individuo y anotar la zona de recolección y el peso. Mantener la trazabilidad a lo largo de todo el proceso de germinación hasta la plantación en el campo.

Protocolo de enraizamiento

- **Estimulación de la isogénesis:** aplicación de hormonas (ácido indolbutírico, AIB) en forma líquida (2.000 ppm durante 30 segundos) y posteriormente lavado en agua.

Repicado y cultivo

- **Cultivo:** mesas de cultivo de 20°C y 90% de humedad, bajo una malla de 30% de sombreado y sustrato con un drenaje adecuado y alta cantidad de perlita (35%).
- **Fertilización:** para el global del cultivo se calcula 150:25:130 mg de N:P:K. Se aporta una parte en el primer día del repicado (47,6 g/planta con una composición de 16:7:15 N:P:K) y el resto por fertirrigación de manera sostenida durante el proceso de producción, hasta la etapa de acondicionamiento antes de llevarlos al campo.
- **Fase de acondicionamiento:** en el vivero (comienzos/mediados de octubre) un período de endurecimiento de las plantas, reduciendo la intensidad del riego antes de la siembra en el campo.

65-75% enraizamiento

¡Genéticamente serán iguales al individuo donante!

¹Directiva 1999/105/CE del Consejo de 22 de diciembre de 1999 sobre la comercialización de materiales forestales de reproducción.

²Real Decreto 289/2003, de 7 de marzo, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción.

³Decreto 131/2012, de 23 de octubre, que regula el registro oficial de proveedores de material vegetal y se establecen las reglas para la autorización, inscripción y funcionamiento, se regulan las actividades de producción y comercialización de material vegetal y se crea el catálogo de variedades de interés agrícola.



Figura 3. Contaje de plántulas al acabar la germinación en contenedores (Life TAXUS). Escuela de Capacitación Agraria del Solsonès. Foto: Jordi Bas.



Figura 4. Repicado de plántulas en contenedores individuales (Life TAXUS). Escuela de Capacitación Agraria del Solsonès. Foto: Jordi Bas.

4. Indicadores de seguimiento

Durante todo el proceso se debe proceder a un etiquetado de las semillas y las plántulas para trazar en todo momento su origen. A veces también se hace un seguimiento individual de los árboles con más éxito germinativo y de mayor producción de semilla, ya que puede variar bastante entre los árboles de una misma población y entre diferentes años.

En cada paso del proceso de producción se van analizando los diferentes éxitos: cantidad de frutos por árbol o población, porcentaje de viabilidad, porcentaje de germinación (figura 3), porcentaje de supervivencia en los primeros tres meses después de la emergencia, porcentaje de supervivencia después de cada ciclo vegetativo.

En la última fase, cuando ya tenemos las plántulas en diferentes bandejas, debe mantenerse un etiquetado correcto de las bandejas y hacer un croquis de la distribución de las procedencias para tener más seguridad de su trazabilidad. Es muy importante la visita diaria o semanal del vivero para supervisar el riego automático y al mismo tiempo detectar cualquier problema, como la aparición de plagas o enfermedades. También es recomendable eliminar el musgo que se pueda generar durante el tiempo de viverización.



5.7. Refuerzo y restauración de poblaciones mediante plantación

1. Descripción

Uno de los principales problemas de las tejedas mediterráneas es la baja densidad de regenerado, sobre todo en las zonas con clima más extremo. Este hecho se debe a varios motivos relacionados con su biología reproductiva (baja relación entre pies hembra y macho; floración y producción de semilla escasa o baja tasa germinativa), elevada presión de herbívoros o fenómenos estocásticos (enfermedades, incendios, sequía, aumento de la temperatura). Por lo tanto, para mejorar la conservación de las tejedas puede necesitarse la conservación de planta ex situ y la plantación con diferentes finalidades, como la de diversificar las clases de edad de la masa o mejorar la densidad de pies en nuevos rodales. En la región Mediterránea, la falta de regeneración de las tejedas puede ser debida a la fragmentación y al aislamiento genético de las poblaciones. Esta fragmentación puede ser consecuencia del cambio climático que reduce el hábitat potencial de las tejedas o de grandes incendios forestales. En este último caso, aún adquiere más importancia la propagación ex situ con el fin de tener material vegetal representativo de los ecotipos de cada zona disponible para una eventual restauración tras un incendio. Por este motivo, los huertos clonales y los semilleros son recursos útiles para el refuerzo poblacional de la especie y de este modo asegurar la conservación de las tejedas a corto y largo plazo (García-Martí 2006).

2. Objetivo

Refuerzo poblacional de poblaciones con falta de regeneración o de efectivos de una o varias clases de edad.

Conexión de poblaciones fragmentadas en una misma sierra o área geográfica cercana.
Restaurar tejedas que se han perdido a causa de grandes incendios forestales u otras perturbaciones.

3. Propuesta de actuación

3.1. Aclimatación

Simular en el vivero una reducción de la aportación de agua para que el material vegetal se aclimate al estrés hídrico de la zona donde se plantará, unos meses antes de su plantación.

3.2. Suministro de la plántula

Los brinzales deben tener un mínimo 2 años desde su germinación. Se suministran en bandejas (plantas de 2-4 años) o contenedores individuales (plantas > 5 años).

3.3. Época de plantación

A savia parada. La mejor época es de octubre a diciembre o en marzo para evitar las heladas.



Figura 1. Plantación de un brinzal de dos años en el perímetro exterior de la tejeda de Cosp (Sierra de Cardó). Foto: Jordi Bas.

3.4. Zonas de plantación

La selección de zonas de plantación se hará en función de los objetivos:

1. **Refuerzo poblacional.** Rodales donde se observa una regeneración escasa, en especial aquellos con poca estratificación en clases de edad.
2. **Conexión de poblaciones fragmentadas.** Plantar en zonas de buena calidad de estación, emplazadas entre rodales aislados genéticamente y con problemas de dispersión, por ejemplo por estar emplazados en el fondo de barrancos. Preferentemente en la parte alta de laderas, cerca de pasos de fauna (por ejemplo aves migratorias o sendas de carnívoros), donde una vez adultos los tejos estén expuestos al viento (polinización) y a los animales (dispersión) (Fernández et al. 2015). Procurar cierta cantidad de plántula de diferentes pies para potenciar el intercambio genético y una proporción de sexos equilibrada.
3. **Restauración de tejedas degradadas.** Poblaciones conocidas que se han perdido por incendio forestal u otras causas. Hay que proporcionar gran cantidad plántula, con lo que la inversión a realizar será importante y habrá que dimensionar muy bien el esfuerzo y seleccionar los lugares preferentes para obtener la máxima eficiencia.

3.5. Distribución de la plántula según la región biogeográfica de origen

Una vez definida la región de procedencia se puede distribuir la plantación combinando plantones de rodales próximos, debido a la fuerte estructura de parentesco y consanguinidad de las poblaciones dentro de un mismo rodal (Chybicki et al 2011). En este aspecto hay que ser prudente y cuidadoso, ya que en las montañas prelitorales catalanas se han descrito grupos genéticos diferenciados a distancias cortas, por ejemplo de pocos kilómetros en el caso del Montseny (González-Martínez et al. 2010, ver capítulo 4.6). A título orientativo pueden combinarse plantones de rodales que disten más 500 m, distancia no superada por el polen llevado por el viento (Serra 2009), pero dentro de la misma vertiente o sector de la montaña.

Algunos autores han establecido que poblaciones viables de tejo deberían ocupar una superficie mínima entre 0,5-3 ha (Piovesan et al. 2009) y al menos 40 individuos reproductores con sex ratio similar (Iszkuło et al. 2009). En Cataluña la media de extensión de las tejedas (2,5 ha) entra dentro de este baremo de referencia. Sin embargo, el número de individuos adultos que producían flores o frutos en algunos casos estaba por debajo de estas cifras, como en el caso de las tejedas de Llaberia por ejemplo, antes del inicio de los trabajos de conservación del Life TAXUS.

3.6. Protección de la plántula

Su temperamento es de sombra y por tanto, si es posible, hay que disponerlas protegidas de la insolación directa. No obstante, a medida que crecen hacia el estado juvenil tienen mayor requerimiento de insolación (a partir de unos 0,5 m de altura, según Devaney et al. 2015) y es mejor plantarlas donde la luz difusa sea abundante y el cierre de copas no sea completo, para prever la promoción futura de la plántula en el estrato dominante. En caso necesario se pueden efectuar podas o claras moderadas de los árboles vecinos, tanto antes de la plantación como a posteriori, a medida que las ramas laterales de los competidores tiendan a cerrar completamente el dosel (ver ficha 5.2).

Con el fin de proteger las plantas de los herbívoros se disponen de varios tipos de protectores (ver ficha 5.5):

1. **Protector individual.** Mejor instalar un protector grande con tutores metálicos de malla alrededor tejo. Deben ser grandes (1,3-1,5 m alto y unos 50 cm de ancho), dado que permanecerán hasta que la planta tenga una altura que la deje fuera del alcance de los ungulados. Si se puede, se aconseja eliminar periódicamente la vegetación herbácea competidora en torno a los jóvenes retoños.
2. **Protector individual mixto.** Se trata de un dispositivo que combina el efecto de defensa y el de sombreado inicial, para emplazarlo en zonas expuestas a la iluminación directa. Se trata de complementar el protector individual con una malla de sombreado lateral de unos 50 cm de alto, dejando la parte superior del protector libre de malla, ya que superada esta altura requieren de más luz (figura 2). También se puede optar por plantar a su alrededor plantas tutoras que favorezcan estas condiciones de sombreado. De esta manera también se reduce la demanda hídrica de la planta, factor muy importante para su supervivencia.



Figura 2. Protector individual mixto en regenerado expuesto a la insolación directa. Foto: Pere Casals.

3. **Cercados de exclusión.** De dimensiones adaptadas al área que se quiere proteger. En las zonas con fuerte presión de ungulados.
4. **Plantas nodriza.** Protegidas por arbustos, preferentemente espinosos (García & Obeso 2003, ver capítulo 3.3). Se trata de aprovechar arbustos presentes en el hábitat que disminuyan la insolación de los plantones en los primeros años después de la plantación, y que posteriormente, de forma natural o mediante la acción humana, pasen a ser dominados en altura por el crecimiento de los tejos ya asentados, pero manteniendo su papel protector contra el pisoteo y el diente de los herbívoros. Cuando la planta evolucione hacia el estado

juvenil y adulto puede ser necesario una desbroce muy puntual, en caso de que la planta tutora entorpezca la progresión apical del tejo (ver ficha 5.3).

3.7. Especies facilitadoras y acompañantes del hábitat

Se pueden plantar otras especies productoras de fruto que tengan un papel facilitador de la dispersión (ver capítulo 3.3.) o que simplemente sean características del hábitat que se quiere reforzar o restaurar. La planta acompañante es preceptiva en fases de regeneración post-incendio.

3.8. Riego suplementario

El porcentaje de supervivencia aumenta considerablemente si se realizan aportaciones suplementarias de agua mediante riegos de apoyo durante las dos primeras anualidades (García-Martí et al. 2015).

4. Condicionantes

Utilizar la plántula de tejo producidas en vivero, a partir de material de la misma región de procedencia, para garantizar el origen genético de las plántulas. Se propone seguir el protocolo descrito por García-Martín (2007) y Ríos et al. (2015) sintetizado en la ficha 5.6.

Hay que tener en cuenta que la germinación de las semillas puede ser muy baja (12-30%), debido a menudo a la sequía estival. En años de condiciones favorables la viabilidad de las semillas se estima entre el 50-65% (Ríos et al. 2015).

La supervivencia media de la plantación de tejos en zonas afectadas por incendios forestales se ha observado que es de alrededor del 40% en Guadalajara (Colomina et al. 2015).

5. Indicadores de seguimiento

La supervivencia de los ejemplares plantados está condicionada por la selección de microambientes, condiciones meteorológicas extremas durante los primeros años de vida y los trabajos silvícolas previos, entre los que cabe destacar la adecuación de la vegetación acompañante, siendo este tipo de acciones de la misma relevancia que la propia introducción de nuevos ejemplares. Igualmente puede influir el paso demasiado drástico de condiciones de sombra a otras de luz (Perrin & Mitchell 2013, Ríos et al. 2015).

Para el seguimiento de la plantación se recomienda realizar observaciones periódicas de los plantones, al menos una vez al año pasado el período vegetativo (verano-otoño) durante los primeros años de vida. Se aconseja identificar con una placa una selección de tejos a seguir. La placa se puede colgar de una estaca que facilitará enormemente encontrar cada tejo a medida que pasa el tiempo.

5.8. Promoción de los dispersores de frutos del tejo

1. Descripción

La única parte no tóxica del tejo es el arilo rojo y carnoso. La planta lo produce para dispersar sus semillas por medio de las aves frugívoras como los túrdidos y también a través de los carnívoros. En efecto, uno de los procesos ecológicos claves en la distribución de las tejedas y la abundancia de tejos es la dispersión de sus frutos. Por este motivo, la biología y el uso del espacio por parte de la fauna dispersadora condiciona la cantidad (número de semillas dispersadas), la calidad (probabilidad de supervivencia de las plántulas) y la capacidad de dispersión de las semillas (Schupp 1993, Jordan & Schupp 2000, García et al. 2015).

Entre los dispersores del tejo se pueden distinguir dos tipos según la distancia efectiva de dispersión. Unos son los de corta distancia (carnívoros y aves sedentarias) que depositarán sus excrementos con la semilla viable al pie mismo del árbol o a pocas decenas o unos cientos de metros del árbol madre. Y el segundo tipo de dispersores son los de larga distancia que son especies migratorias con alta capacidad de movimiento (túrdidos y fringílicos) y que, al menos en teoría, pueden defecar la semilla viable a una distancia mayor del pie madre y en zonas de nueva colonización. La época de mayor afluencia de pájaros frugívoros coincide bastante con la época de fructificación del tejo (septiembre-octubre). Los grupos de aves frugívoras en migración son atraídos por una gran variedad de plantas leñosas productoras de fruto carnoso, de modo que cuanto mayor sea la concentración de frutos de diferentes especies, más probabilidad habrá de atracción y por tanto de dispersión (ver capítulo 3.3). Sin embargo, una situación habitual de las tejedas catalanas de masas mixtas es la escasa producción de semilla y la poca visibilidad de las plantas productoras, debido a la fuerte competencia de los árboles dominantes (Camprodon et al. 2015). Por suerte, mediante la gestión del hábitat se puede favorecer la producción de semilla, hacer más visibles los árboles y arbustos productores y atraer a los dispersores.

2. Objetivo

Favorecer la diseminación natural de semillas mediante la atracción de aves frugívoras y de carnívoros. Como objetivo complementario, se plantea favorecer las plantas productoras de frutos carnosos y, por tanto, se mejora la diversidad florística y la complejidad estructural y funcional del hábitat.

3. Propuesta de actuación

Actuar prioritariamente en zonas donde haya rodales adultos de tejo susceptibles de registrar una buena producción de frutos, pero que producen poca semilla debido a condiciones de escasa iluminación o estrés.

3.1. Claras selectivas para favorecer las plantas productoras de fruto

Cuando la cobertura vegetal es muy densa y las copas de pinos, encinas y otras especies arbóreas y en ocasiones de lianas como la zarzaparrilla cubren los tejos, llegan a dificultar la visibilidad y acceso de las aves y mamíferos dispersores.

En estos casos la clara selectiva actúa sobre los pies macho y sobre todo, pies madre con mayor potencial por medio de una clara fuerte, que se puede practicar en dos tiempos (ver ficha 5.2). La retirada de competidores en primera y segunda línea incrementará la llegada de luz solar ayudando a la maduración de los frutos (Hulme 1996, Svenning & Magard 1999), al tiempo que aumenta la visibilidad de los mismos para los dispersores.

La actuación silvícola también puede favorecer otras especies productoras de frutos carnosos, como el acebo, los serbales, los aladiernos o el espino blanco, adaptando la intensidad de la clara al temperamento de cada especie.

3.2. Plantación de plantas cebo

Se recomienda hacer un refuerzo mediante plantación de plantas productoras de fruto carnoso diferentes al tejo. Estas actúan de atractivo para aves y carnívoros, especialmente para las especies migratorias y gregarias (zorzal común, zorzal charlo, mirlo capiblanco, arrendajo y paloma torcaz como especies representativas). Estas especies pueden distribuirse de forma concentrada donde haya grandes pies de tejo productores de frutos.

Las “especies cebo” o facilitadoras y la proporción de las que conviene plantar se seleccionan a partir de inventarios florísticos en cada localidad y a partir de semilla recogida en la misma región de procedencia, a ser posible en la misma localidad donde se plantará. En el proyecto Life TAXUS se plantaron las especies siguientes, en diferentes proporciones según la abundancia registrada en los inventarios: *Amelanchier ovalis*, *Arbutus unedo*, *Crataegus mononyna*, *Ilex aquifolium*, *Phillyrea latifolia*, *Sorbus aria*, *Sorbus domestica* y *Sorbus torminalis*. Las plántulas se plantaron con dos savias en los rodales de bosque de tejos donde escaseaban plantas adultas para atraer, cuando produzcan fruto, principalmente aves y secundariamente carnívoros con la intención de que a su vez actúen como dispersores de frutos de los tejos próximos (Camprodon et al. 2015).

3.3. Abrevaderos y comederos para atraer aves y carnívoros dispersores

Los abrevaderos y comederos para animales dispersores se emplazarán cerca de buenos pies semilleros de tejo. La disponibilidad de agua es un factor limitante en las montañas calizas mediterráneas donde se localizan las tejedas. Se pueden mejorar pequeñas fuentes y charcos existentes o instalar pequeños abrevaderos de piedra caliza de la zona para incrementar la atracción de las aves dispersoras de frutos de tejo. Sin embargo, a menudo se secan por falta de precipitación y se colmatan con la caída de hojas (Guixé et al. 2015), lo que implica un mantenimiento con aportación suplementaria de agua y limpieza. Los abrevaderos deben ser de un mínimo de 2x2x0,5 m para acumular suficiente agua y que no se colmaten rápidamente. Se pueden colocar en la base de grandes bloques de piedra en pendiente o dejar un pequeño canal de riego que recoja agua de una surgencia o del agua de lluvia.

Se pueden recolectar arilos de tejo de zonas afectadas por incendios y depositarlas en pequeñas comederos para favorecer la dispersión del tejo. Dependiendo de la zona se puede poner, a parte de los frutos del tejo, otros frutos carnosos atractivos de sabinas, enebros, rosales, espino blanco, acebo, serbales, etc. Estas especies pueden actuar como facilitadores para la futura recolonización del tejo.

Se pueden colocar arilos de tejo en concavidades de rocas cercanas a los rodales o en zonas que puedan servir como conectores entre dos tejedas o bien instalar plataformas en los tejos, integradas en el bosque y hechas con materiales naturales. Pueden quedar fijadas y pueden colocarse semillas desde principios de septiembre a mediados de noviembre, especialmente en los años secos.



Figura 1. El acebo (*Ilex aquifolium*) es una especie representativa de las tejedas y facilitadora de la dispersión del tejo. Foto: Jordi Bas.



Figura 2. Zorzales comunes (*Turdus philomelos*) en un abrevadero de piedra caliza en las Terres de l'Ebre. Foto: Jarkov Reverté.



Figura 3. Paloma torcaz (*Columba palumbus*) captada mediante trapeo fotográfico, alimentándose de arilos de tejo en una pequeña plataforma dispuesta para atraer animales dispersores.



Figura 4. La presencia de excrementos de ave o de carnívoro con semillas de tejo es una buena señal de la efectividad de las medidas de gestión para potenciar la dispersión. Tejeda de Misedlòs (Alta Garrotxa) Foto: Jordi Camprodon.

4. Condicionantes

En la selección de las plantas para cada localidad es necesario consultar los inventarios florísticos disponibles o realizar un pequeño muestreo mediante transectos lineales para saber la abundancia de las plantas de interés.

Mejor actuar en zonas de alta densidad de tejo, sobre todo en aquellas donde se hayan realizado trabajos forestales para reducir competencia. Se sabe que los animales dispersores se ven atraídos por la fructificación del tejo, donde se encuentran agrupaciones de aves, en especial túrdidos en migración. Al respecto, se observan diferencias significativas entre la abundancia de dispersores en bosques sin tejos fructificados y bosques con buena fructificación de tejo (Guixé et al. 2015).

5. Indicadores de seguimiento

5.1. Claras selectivas para favorecer plantas productoras de fruto

Se aplica los mismos o una adaptación de las estaciones de seguimiento de los tratamientos de regulación de competencia (ficha 5.2).

5.2. Plantación de plantas cebo

Se aplica los mismos o una adaptación del seguimiento de la plantación de tejos (ficha 5.7).

5.3. Bebederos y comederos para atraer aves y carnívoros dispersores

1. Visitas de mantenimiento del estado de conservación de las pequeñas infraestructuras: nivel de agua y relleno de los abrevaderos, cantidad de frutos consumidos en comederos, desperfectos.
2. Presencia de excrementos cercanos con presencia de frutos de tejo (y análisis opcional de contenidos).
3. Trampeo fotográfico para evaluar las visitas de fauna en bebederos y comederos: especies, frecuencia de visitas, comportamiento.

5.4. Acompañantes facilitadoras

1. Densidad de pies y/o superficie ocupada por las especies de arbustos que facilitan la germinación y desarrollo de las plántulas de tejo.
2. Estimación de la fructificación por especie (ver ficha 5.1).

Estado de conservación (Serra 2009): favorable (la superficie ocupada por las especies facilitadoras ocupa más del 30% del rodal), desfavorable-inadecuado (entre el 10 y el 30% de la superficie del rodal), desfavorable-malo (no llega al 10%).

5.5. Presencia de depredadores de semillas

Censos directos o indirectos en los rodales de tejo de aves y mamíferos (roedores y jabalí) a partir de:

1. Estaciones de escucha o transectos y observación directa (aves) en puntos estratégicos (Guixé et al. 2015).
2. Recuento de semillas depredadas bajo pies hembra (roedores principalmente).
3. Trampeo fotográfico de aves y mamíferos (Guixé et al. 2015).
4. Trampeo en vivo de pequeños mamíferos (seguimiento complementario para obtener datos de abundancia según producción de frutos y rodal).

Estado de conservación (adaptado de Serra 2009): favorable (no hay depredación o es poca), desfavorable-inadecuado (mortalidad de más del 50% de las semillas), desfavorable-malo (más del 90% de depredación).

5.6. Presencia de fauna dispersora

Censos directos o indirectos en los rodales de tejo de aves y carnívoros a partir de:

1. Estaciones de escucha o transectos y observación directa (aves) en puntos estratégicos (Guixé et al. 2015).
2. Trampeo fotográfico de aves y mamíferos (Guixé et al. 2015).

Se establece un tiempo de escucha y/u observación que sea constante en cada zona analizada. Realizar los censos durante las semanas de máxima fructificación del tejo (octubre), sin lluvia o viento y durante las primeras horas de la mañana o al atardecer. Propuesta de esfuerzo: mínimo de 10 estaciones de escucha de 10-20 minutos separadas más de 300 m en bosque de tejos. Aparte, al menos la mitad de estaciones control en zonas boscosas sin tejos, alejadas por lo menos 1 km.

En el caso del trapeo fotográfico es importante colocar dos cámaras por zona de estudio durante unos dos meses a lo largo de la época de máxima fructificación del tejo. Es importante que las cámaras sean rápidas y con calidad de imagen buena de día y de noche para poder captar rápidamente todas las especies (desde roedores y pequeños pájaros hasta ungulados). El cebo son comederos fijos con bastante cantidad de frutos que hay que ir reponiendo. Se emplazan a unos 5 metros de la cámara, una de ellas suboída a un árbol y la otra en el suelo.

Estado de conservación (adaptado de Serra 2009): favorable, comunidad faunística de especies dispersoras de semillas diversificada, estable o de presencia regular (migrantes), en la que hay un número de dispersores proporcional al número de semillas producidas en un seguimiento plurianual; desfavorable-inadecuado, muy pocos ejemplares que puedan dispersar las semillas de tejo; desfavorable-malo, no se encuentran especies dispersoras de semillas en la zona.





5.9. Prevención de incendios

1. Descripción

La gestión forestal que integra la prevención de incendios forestales otorga un gran peso a este objetivo, aunque de manera sinérgica con la mejora de otras funciones como la productiva. La gestión para la prevención de incendios promueve el desarrollo del arbolado de una determinada manera, en general buscando la capitalización de los bosques, pero conformando una estructura forestal adecuada a los objetivos de gestión.

Según los manuales ORGEST, tal como describen Piqué et al. (2011) para los bosques mediterráneos y en particular (Beltrán et al. 2011) para los pinares de pino carrasco, (Beltrán et al. 2012) para los pinares de pino laricio o (Vericat et al. 2011) para los encinares y carrascales, la integración de los incendios forestales en la gestión se basa en el estudio de los factores que determinan los incendios y su relación con los bosques. El resultado es que la estructura forestal, como están dispuestos en el espacio los materiales vegetales que se convertirán en el combustible de los incendios, es el factor en que se debe centrar la silvicultura para conseguir bosques menos vulnerables a los incendios forestales.

El manual de Piqué et al. (2011) aporta una tipificación de las estructuras forestales en relación con la vulnerabilidad que presentan para que se desarrolle un fuego de copas. Por otra parte, siguiendo a Costa et al. (2011), también determinan que para determinados tipos de incendios, ciertas localizaciones son estratégicas para el desarrollo de los grandes incendios forestales, por lo que estos puntos son estratégicos para que se puedan modificar el comportamiento de los fuegos a partir de acciones de gestión forestal.

La parametrización de la vulnerabilidad estructural es la base para el diseño de los modelos de gestión para la prevención de incendios desarrollados en los manuales de gestión ORGEST. Así, se establece una base técnica para diseñar actuaciones de prevención de incendios forestales.

2. Objetivo

- El objetivo principal es que el fuego se propague por la superficie del suelo sin afectar a las copas y sin que se convierta en un gran incendio forestal.
- Modificar el comportamiento de un posible incendio en determinados puntos estratégicos para favorecer las maniobras de extinción.
- Integrar la protección de la tejeda a escala de macizo. Dado que la superficie de las tejedas es muy pequeña y son hábitats de alto interés de conservación no se efectúan tareas de extinción en su interior para no modificar la estructura y al mismo tiempo porque no serían efectivas.

Así pues, los objetivos de gestión para la prevención de incendios se deben conseguir en dos entornos: 1) a pequeña escala, en la zona perimetral de las tejedas, 2) a escala de macizo en localizaciones estratégicas con incidencia potencial a las tejedas, los llamados Puntos Estratégicos de Gestión (PEG).

3. Requerimientos de gestión

El objetivo se consigue mediante el manejo y mantenimiento de estructuras forestales de baja vulnerabilidad a los fuegos de copas.

El diagnóstico de las zonas de actuación debe realizarse sobre dos factores:

- 1. Localización de puntos estratégicos de gestión.** Tiene por objetivo evaluar la posible incidencia de determinados puntos del paisaje (PEG) en el comportamiento de grandes incendios forestales que puedan llegar a afectar las tejedas. Este análisis debe quedar reflejado en las diferentes figuras de planificación forestal que se pueden encontrar en un territorio concreto, como por ejemplo los Perímetros de Protección Prioritaria, los Planes de Prevención de Espacios Naturales (o de otro ámbito) e incluso los instrumentos de ordenación forestal.
- 2. Análisis de la vulnerabilidad estructural a los fuegos de copas.** Se centra en evaluar cómo se conforma el bosque en las zonas perimetrales y los PEG. Todo el material vegetal que potencialmente puede llegar a ser combustible para los incendios forestales se clasifica por estratos y posteriormente, se valora qué grado de vulnerabilidad aportan los recubrimientos de cada estrato y la distancia vertical entre ellos. La figura 1 muestra la definición de los diferentes estratos de combustible.

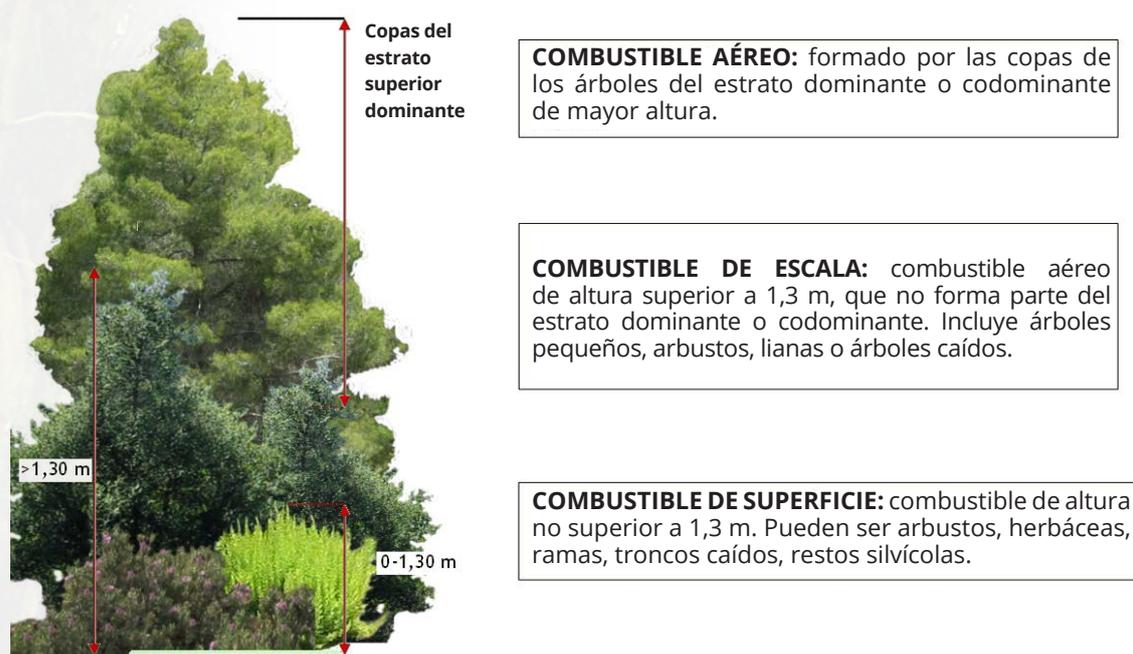


Figura 1. Definición de los estratos de combustible utilizados para la evaluación de la vulnerabilidad de las estructuras forestales a desarrollar y mantener fuegos de copas (original de Beltrán et al. 2011).

Una vez se han caracterizado los estratos de combustible, con las Claves de Vulnerabilidad al Fuego de Copas de Piqué et al. (2011), según la especie dominante, se identifica como de vulnerable es la masa analizada y se evalúa la necesidad de realizar actuaciones para disminuir esta vulnerabilidad estructural. Para definir las actuaciones de gestión forestal para crear y mantener estructuras de baja vulnerabilidad, se utilizan como referencia los modelos de gestión ORGEST según la especie dominante.

En general, los modelos ORGEST se basan en que un dosel arbóreo dominante bien desarrollado, con una altura base elevada, puede crear condiciones dentro de la masa que dificulte el desarrollo

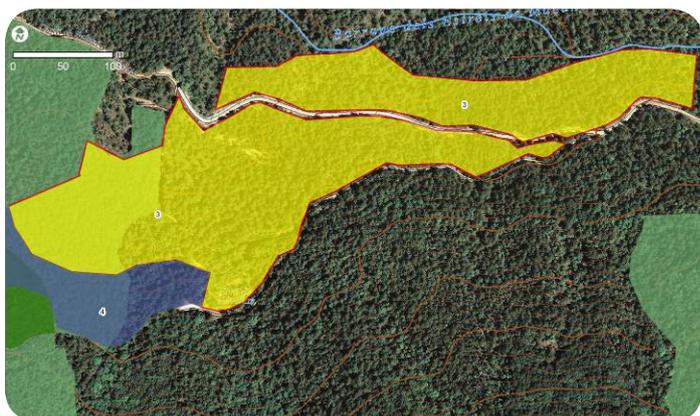
de los estratos de combustible de escala y de superficie. Si la sombra de los árboles grandes impide el crecimiento del matorral y otros árboles menores, de manera que los estratos de combustible de superficie y de escala tienen una cobertura pequeña y están bien separados verticalmente del dosel dominante, la estructura será de baja vulnerabilidad a los incendios.

3. Propuesta de actuación

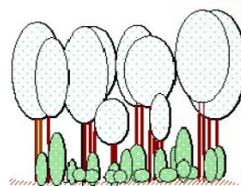
A modo de ejemplo, se expone el caso de una tejeda en la Serra de Llaberia. Para la protección de esta tejeda se han identificado: 1) un rodal lejano pero situado en un PEG definido en el Plan de Prevención de Incendios Forestales del EIN de la Serra de Llaberia y que puede tener una fuerte incidencia en la tejeda; 2) un rodal situado en la zona perimetral.

En ambos rodales, la caracterización silvícola les otorga una alta vulnerabilidad de la estructura a los fuegos de copas. El primero es una masa dominada por pino laricio, mientras que el segundo es dominado por la encina. La figura 2 muestra los perímetros de los rodales y los parámetros de la estructura que les confieren una alta vulnerabilidad al fuego de copas.

Rodal 1: masa dominada por pino laricio

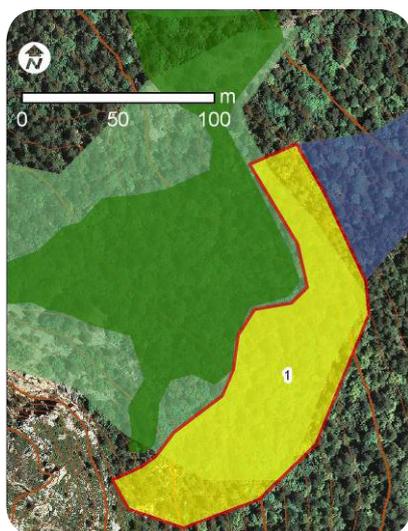


A3

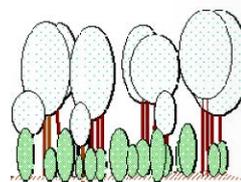


- RCE: 25-70%
- De-a: < 5m
- Ds-e: < 3m
- FCC: > 70%
- RCS: > 40%

Rodal 2: masa dominada por encina



A3



- RCE: 25-70%
- ACS: 0-1,3m
- Ds-e: < 4m
- De-a: < 3m
- FCC: > 70%
- RCS: > 40%

RCE: recubrimiento del combustible de escala
 ACS: altura del combustible de superficie
 Ds-e: distancia entre los estratos de superficie y escala

De-a: distancia entre los estratos de escala y aéreo
 FCC: fracción de cabida cubierta del estrato aéreo
 RCS: recubrimiento del combustible de superficie

Figura 2. Delimitación espacial (en amarillo) de los rodales de actuación y tipificación de la estructura según la vulnerabilidad estructural de Piqué et al. (2011).

El objetivo de gestión a largo plazo se definió como la creación y el mantenimiento de una estructura de baja vulnerabilidad. La planificación de las actuaciones se basó en los modelos ORGEST que plantean este objetivo, concretamente Qii06 y Pn08, de los manuales de la encina (Vericat et al. 2011) y del pino laricio (Beltrán et al. 2012).

Conceptualmente, las actuaciones a realizar se definen como:

- **Rodal 1:** reducir el recubrimiento de combustible de escala (RCE) por debajo del 25% (matorral alto y árboles dominados). También reducción de la cobertura de combustibles de superficie (RCS) por debajo del 30% (matorral bajo) en los claros de menor altura de arbolado.
- **Rodal 2:** reducir el RCE por debajo del 25% (matorral alto, árboles dominados y ramas bajo el nivel de copas).

La definición silvícola de las actuaciones es:

- **Rodal 1:** desbroce de sotobosque y poda baja sobre frondosas grandes (incluye cortada puntual de árboles no inventariables de forma selectiva y sobre toda la superficie del rodal). Se desbroza o corta todo el matorral que tenga una altura superior a 1,3 m en todo el rodal, y el resto de matorral hasta una cobertura inferior al 30% en los claros de menor altura de arbolado ($h < 11$ m). También se cortan los árboles no inventariables que tengan copa viva por debajo de 1,3 m a excepción de los árboles aislados y en aquellos claros de regeneración viable de pino. En estos claros se cortan los pinos dominantes de la primera generación. En todo el rodal se podan los pies de frondosa con altura superior a 4,5 m, y en general se cortan las hiedras sobre árbol. Hay que respetar hasta un 25% de cobertura de encinas pequeñas y hiedras sobre árbol.
- **Rodal 2:** desbroce de sotobosque, selección de rebrotes suave y poda baja sobre frondosas (incluye corte de árboles no inventariables de forma selectiva y sobre toda la superficie del rodal). Se desbroza o corta todo el matorral que tenga una altura superior a 1,3 m y los árboles no inventariables que tengan copa viva por debajo de 1,3 m a excepción de los árboles aislados (prioritariamente encinas de semilla y orones). Se eliminan los rebrotes dominados en cepas de encina y orones siempre sin cortar más de la mitad de los rebrotes de la cepa. Se cortan prioritariamente aquellos rebrotes con hiedra o zarzaparrilla. Se podan los rebrotes remanentes hasta 1,5 m y se cortan también aquellas ramas que no sean copa principal y hagan continuidad vertical.

Hay que respetar hasta un 25% de RCE, repartido entre las cepas de aladierno y otras leñosas productoras de fruto carnoso, así como algunas hiedras sobre árbol. Respetar todos los pies de tejo y de acebo. En ambos rodales, los restos leñosos de más de 5 cm de diámetro se cortan con una longitud máxima de 0,8 a 1 m. Todos los restos se disponen extendidos en el suelo sin que supongan una acumulación superior a 30 cm. En los bordes del camino, los restos se eliminan por trituración.

Como resultado de las actuaciones ahora la estructura forestal se clasifica como de baja vulnerabilidad al fuego de copas, concretamente con los tipos C12 / C9 para el rodal 1 y C17 para el rodal 2, según clasificación ORGEST. La figura 3 muestra la situación las estructuras forestales antes y después de las actuaciones de gestión para la prevención de incendios.



Figura 3. Imágenes del interior de los rodales, antes de las actuaciones y unos meses después. Antes de intervención, ambos rodales presentaban estructuras de alta vulnerabilidad al fuego de copas (A3), y como resultado las estructuras son de baja vulnerabilidad (C12 / C9 y C17).

Con estas actuaciones se ha conseguido el objetivo de crear estructuras de baja vulnerabilidad en un rodal situado en la zona periférica de una tejeda y en un rodal situado en un PEG relacionado, como una manera de aumentar la resistencia a los incendios forestales con actuaciones integradas para la prevención de incendios de una misma tejeda. Respetar un 25% de RCE, además que permite reducir costes, es muy importante para mantener una cierta heterogeneidad estructural del sotobosque que retenga elementos de biodiversidad.



5.10. Estabilización del suelo. Lucha contra la erosión

1. Descripción

Tanto las condiciones naturales del hábitat de las tejedas mediterráneas, barrancos en fuerte pendiente sometidos a frecuentes lluvias torrenciales, como las actividades humanas que se suelen desarrollar, hacen que el riesgo de erosión del hábitat en general y de los tejos grandes en particular sea muy elevado (véase el capítulo 4.5).

2. Objetivo

Minimizar los efectos de la erosión sobre las poblaciones de tejos y otras especies vegetales del hábitat en las zonas con un riesgo elevado de degradación del suelo.

3. Propuesta de actuación

3.1. Prevención

La erosión es un proceso que se retroalimenta y costoso de corregir una vez iniciado. Por este motivo, es mucho más eficiente detectar el riesgo de erosión e identificar los agentes potencialmente erosivos. El órgano gestor del espacio debe realizar o encargar un diagnóstico a personal experto que considere el riesgo de erosión natural o por causas humanas a diferentes escalas, desde el paisaje hasta pequeños caminos o determinados árboles monumentales. Este diagnóstico debería detectar lugares o actividades con un potencial o actual riesgo de erosión, dar directrices concretas para el seguimiento del riesgo a corto y medio plazo y definir posibles medidas de corrección.

Lugares con un especial riesgo de degradación por erosión a vigilar

- Zonas con pendiente donde la cubierta vegetal se ha visto fuertemente reducida por causas naturales o antrópicas. Por ejemplo, campos agrícolas en ladera, cercados temporales para el ganado doméstico, zonas quemadas, zonas desbrozadas.
- Zonas de concentración de ganado llanas o con una cierta pendiente, como cercados temporales o lugares de reposo, donde la compactación del terreno y el ramoneo de la vegetación puede producir el inicio de procesos erosivos.
- Miradores y sus accesos, donde la frecuentación de gente puede destruir la vegetación arbustiva o herbácea y compactar y disgregar el terreno.
- Vías de saca que pueden concentrar el agua e iniciar la formación de cárcavas.
- Senderos de fuerte y largo pendiente, con un trazado en diagonal, que recogen las aguas de escorrentía de la ladera y las canalizan a lo largo del trazado, aumentando la fuerza erosiva del agua.
- Caminos que discurren por el fondo de un barranco, donde el pisoteo produce compactación y pequeños deslizamientos de las laderas y la destrucción de la vegetación de los márgenes, hasta el punto que se pueden formar cárcavas.
- Tejos u otros árboles monumentales donde la frecuentación humana en su base puede destruir la capa de hojarasca y compactar el terreno, reduciendo la infiltración de agua, la entrada de aire o la incorporación de nutrientes en el suelo.

3.2. Medidas correctoras

En esta ficha se describen algunas medidas correctoras relativamente sencillas de ejecutar. Hay muchas más, que abarcan diferentes puntos de aplicación, grados de complejidad, dificultades técnicas y costes. A USDA (2006) podemos encontrar una interesante recopilación de tratamientos.

Zonas con pendiente sin vegetación susceptibles de ser erosionadas



Figura 1. Fajinas o muretes de troncos y ramas como impedimento a la escorrentía de agua superficial y para favorecer la infiltración y retener sedimentos. Para maximizar su efectividad es necesario que los materiales tengan un buen contacto con la superficie del suelo. Foto: Joan Llovet.

En zonas incendiadas o desbrozadas se pueden construir fajinas con los restos de troncos y ramas para evitar pérdidas de suelo por escorrentía superficial del agua (figura 1). Esta medida habría que desarrollarla durante los meses previos a la primera primavera después del incendio forestal (Serrasolses et al. 2004). En cercados de ganado habría que definir una franja perimetral con vegetación, fajinas y alambrada o cerrado metálico que actuara de filtro de la escorrentía y favoreciera la infiltración. Habrá que hacer un seguimiento detallado del perímetro para detectar canales de desagüe y corregir el flujo de agua. Es conveniente cambiar el cercado de sitio cada pocos años para posibilitar la recuperación del lugar.

Trabajo forestal en zonas de riesgo

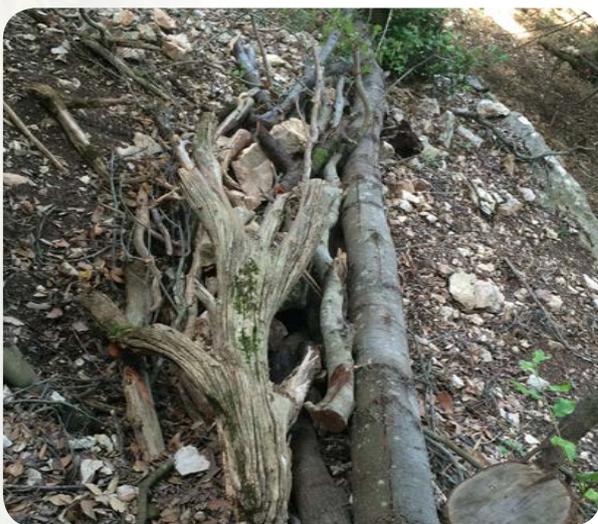


Figura 2. Fajinas para prevenir la erosión de la tejeda madura de Cosp (Serra de Cardó). Se han utilizado los restos de ramaje de los trabajos de regulación de competencia (ver ficha 5.2). Foto: Jordi Camprdon.

Hay que actuar con la máxima cautela en la ejecución de los trabajos de conservación. Por ejemplo, en el uso de maquinaria o en la precaución de no dañar árboles acompañantes, las raíces de los cuales ejercen una importante retención de suelo en condiciones de riesgo. Asimismo hay que tener cuidado de no dañar plantones o juveniles de tejo y de protegerlos primeramente antes de trabajar sobre de terreno. Hay que planificar las vías de saca de madera evitando los trayectos oblicuos. Una vez terminadas las tareas, habría que disponer los restos vegetales en forma de fajinas y romper el trayecto de los senderos de deforestación disponiendo fajinas o pequeños muros de piedra para reducir la fuerza del agua (figura 2).

Miradores o zonas con alta frecuentación humana

A pesar de la pérdida de naturalidad, es recomendable construir una estructura dura, con madera o piedra por ejemplo, y delimitar el camino de acceso para concentrar la gente y evitar la degradación difusa del entorno.

Acondicionamiento de senderos



Figura 3. Acondicionamiento de sendero con una malla baja (altura de 30 cm) de acero galvanizado de triple torsión, que pasa por la parte inferior del firme rocoso y anclada con hilo de acero galvanizado en las barras de la barandilla aguas arriba. Tejeda de Cosp (Serra de Cardó). Foto: Jordi Camprodon.

En la medida de lo posible convendría replantear el camino, para evitar pasar por zonas con un riesgo potencial elevado. Hay que eliminar los atajos de bajada mediante barreras disuasorias. En caso de actividades organizadas como carreras de montaña, es necesario que la organización deje claro que los participantes que se salgan del camino serán penalizados.

Para el acondicionamiento de senderos o caminos de acceso a la tejeda o hacia rodales forestales con buena presencia de tejos y que estén sometidos a fuertes procesos erosivos, se pueden ubicar fajinas en los márgenes del camino en zonas de fuerte pendiente. Cuando el camino se vuelve muy empinado, unos escalones

hechos con piedra o tronco y estabilizados con barras metálicas clavadas en el suelo disminuyen la acción erosiva del pisoteo. En tramos de fuerte pendiente que atraviesan una tartera se puede proteger el sendero de la bajada de piedras con una malla baja. La altura debe ser suficiente para proteger el sendero minimizando el impacto visual, evitar grandes acumulaciones de piedras y que impida sólo un mínimo la dinámica de la tartera (figura 3).

Es conveniente evitar caminos que atraviesen oblicuamente una pendiente sin vegetación. Sin embargo, en este caso, si detectan inicios de erosión hay que evitar que el agua entre en el camino, recogiendo mediante una cuneta desagüe paralela al camino y canalizándola hacia la vertiente en una zona con menos pendiente y recubierta de vegetación.



Figura 4. Surco oblicuo en el camino, protegido por traviesas de madera para romper el flujo de agua por el medio del camino y evacuar el agua. Parque Natural de la Font Roja, Alacant. Foto: Joan Llovet.

Para romper el flujo de agua por el medio del camino, hay que evacuar el agua del camino con surcos oblicuos, canalizaciones con una cama de arena y gravilla compactada, y traviesas de madera, de una anchura que permita limpiar fácilmente con una azada (figura 4). En todos los casos sería necesario, además de la oblicuidad respecto al camino, una inclinación mínima del 5% para conducir el agua hasta la cuneta. Es conveniente complementar la obra con cubetas de decantación para recoger los sedimentos y amortiguar la velocidad del agua.

Muros de piedra seca



Los muros de piedra seca son estructuras empleadas en todo el mundo desde antiguo para la creación de terrazas agrícolas en lugares empinados. Se pueden utilizar para estabilizar el suelo alrededor de tejos adultos en laderas fuertemente inclinadas (figura 5).

Figura 5. Muros de piedra seca para proteger los tejos centenarios de la tejeda de Cosp (Serra de Cardó), en una actuación promovida y financiada por la Generalitat de Cataluña y construida por especialistas locales del municipio de Rasquera. Foto: Jordi Bas.

Acondicionamiento de laderas con inicio de cárcavas

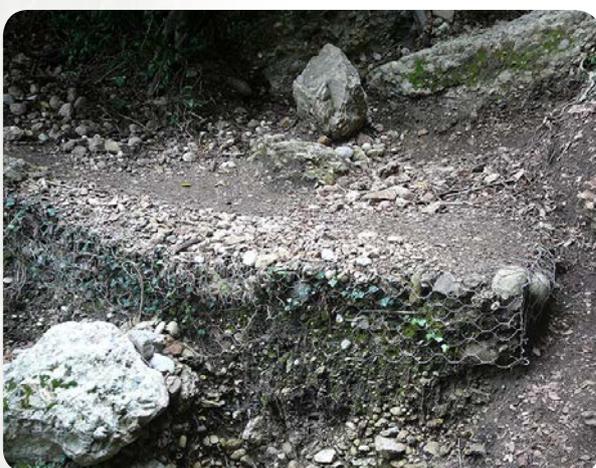


Figura 6. Dique de retención. Tipo de sillar construido con piedras rodeadas por una red de alambre. Pueden constituir una buena alternativa para proteger los caminos en puntos especialmente débiles. Foto: Joan Llovet.

Para evitar la degradación de la tejeda a largo plazo en conos de barrancos hay que potenciar la expansión del tejo hacia los laterales, donde los procesos erosivos no sean tan importantes. Cuando se detecta la formación de cárcavas o arroyadas hay que actuar considerando la posibilidad de canalizar las aguas superficiales; rellenar su cauce con piedras que faciliten la canalización del agua y disminuyan la erosión de los márgenes. Evitar la erosión del badén en la parte superior mediante pequeños **diques de retención** (figura 6).

4. Indicadores de seguimiento de la erosión y de las medidas correctoras

Entre los indicadores más sencillos de observar y vigilar su evolución hay:

- El descalce de las raíces es quizás el indicador de bajada del nivel de la superficie del suelo más patente y fácil de distinguir.
- En el caso de caminos, prestar atención a la formación de cárcavas y arroyadas, deslizamientos que modifican la anchura del camino por erosión remontando de aguas abajo.
- Cambios en el nivel de la superficie del camino, que se manifiestan en forma de bajada del nivel sea por compactación o sea por erosión de materiales, y en forma de subida del nivel en zonas donde se sedimentan los materiales erosionados. La bajada en el nivel de la superficie del camino se puede manifestar mediante un incremento de la altura de los márgenes, pero hay que tener en cuenta que la propia construcción del camino puede producir márgenes que rompen la inclinación de la ladera; una cosa es la existencia de márgenes, y una diferente es su evolución.
- Pequeños desplazamientos y acumulaciones de hojarasca. La hojarasca pesa poco, siendo

un material que puede ser movido con facilidad por el agua, el viento y otras fuerzas externas. Estos casos no se pueden considerar como indicadores de degradación propiamente dicha, pero sí que nos pueden indicar lugares expuestos a fuerzas externas (figura 7).

- Aumento de la pedregosidad superficial. Este fenómeno es debido a la pérdida de materiales finos, fáciles de desplazar por el agua o el viento, originando una acumulación relativa de materiales más pesados y menos movibles, como son las piedras, hasta llegar a los afloramientos de roca.
- La FAO ha editado una serie de guías para evaluar el estado de degradación de los suelos. Algunas son relativamente sencillas, y normalmente se pueden descargar libremente de Internet. Algunos ejemplos son:
 - *Guía de campo para una evaluación rápida de las funciones protectoras del bosque en materia del suelo y el agua* <http://www.fao.org/publications/card/es/c/0f4824f9-31db-4001-b80e-589333730c5a/>.
 - *Medición sobre el terreno de la erosión del suelo y de la escorrentía* <http://www.fao.org/3/a-t0848s/index.html>.
 - *Guía para la descripción de perfiles de suelo* <http://www.fao.org/publications/card/es/c/0f070cdd-1b6d-53fa-add1-5c972fb299d2/>.



Figura 7. Desplazamiento de hojas por escorrentía superficial. Foto: Joan Llovet.



5.11. Propuestas de gestión para la conservación de las tejedas en relación al uso público

1. Descripción

Tanto las tejedas (hábitat) como los tejos singulares ejercen un poder de atracción sobre el público en general (turista), el amante de la naturaleza o sobre personas vinculadas al mundo espiritual (meditación, yoga, culturas antiguas...). Este atractivo puede canalizarse hacia la toma de conciencia de la importancia de la conservación de los ecosistemas. No obstante, una afluencia excesiva de visitantes en estos espacios de superficies reducidas, a menudo con fuertes pendientes, suelos magros y malos accesos, puede comprometer su conservación.

2. Objetivo

Dar opciones de gestión a los diferentes responsables de las tejedas (propietario, autoridad municipal, gestor de espacio natural, asociación, etc.) para que puedan establecer un marco de actuación coherente y respetuoso con la propia tejeda.

3. Requerimientos de gestión

Las tejedas que tienen un cierto régimen de uso público pueden requerir medidas, tanto activas como pasivas, para hacer efectiva su protección. En general, una vigilancia periódica (semestral, trimestral...) puede ser suficiente para comprobar que no hay alteraciones ni una afluencia excesiva. En casos excepcionales, esta custodia pasiva es insuficiente y hay que activar mecanismos de gestión activa. En cualquier caso, los principios que deben regir la gestión del uso público de las tejedas son los siguientes:

3.1. Principio de conservación

La tejeda es, por sí misma, el objeto de conservación y, por tanto, es prioritario que las acciones vayan encaminadas a preservarla y mejorar su estado como hábitat. Es decir, la conservación de la tejeda es el objetivo principal y no puede quedar relegada por el hecho de que se considere más importante atraer determinados volúmenes de visitantes.

3.2. Principio de prudencia

No se realizará ninguna acción directa sobre el terreno que pueda afectar a la propia tejeda (vallas, caminos...) a no ser que esté muy justificado. Las acciones indirectas deberán ser estudiadas a fondo para evaluar sus repercusiones en la afluencia.

3.3. Principio de consenso

Las medidas que se establezcan, en su caso, deben ser consensuadas entre todas las partes implicadas. No es nada recomendable que una de las partes actúe sin una puesta en común con el resto de agentes, por mucho que se disponga de la competencia legal.

3.4. Principio de calidad

Tener siempre presente que las actuaciones deben ejecutarse cuidadosamente, con materiales de calidad y con un cierto sentido de la estética, ya que los visitantes así lo esperan. Por poner un ejemplo: no basta con instalar una valla de delimitación cualquiera, es necesario que esta responda al valor excepcional de la tejeda con la que se relaciona.

4. Propuestas de actuación

A continuación se presentan una serie de propuestas, las cuales habrá que evaluar para cada caso para observar su idoneidad.

4.1. Encaminadas al conocimiento de la situación por el gestor

4.4.1. Instalación de contadores de personas y vehículos en los accesos

Cuantificar y analizar la frecuentación durante un periodo mínimamente largo (2-3 años) es la base para saber la dimensión del problema, si es que éste existe. Este sistema permite establecer los volúmenes, la estacionalidad y detectar picos puntuales de frecuentación (grupos, encuentros, salidas naturalísticas, etc.) que de otra manera son complejas conocer.

4.4.2. Análisis *in situ* del comportamiento de los visitantes dentro de las tejedas

Un análisis de campo para ver qué hacen los visitantes en su visita permite detectar los posibles perjuicios que se hacen en el hábitat, para posteriormente realizar recomendaciones a la señalización. En este sentido es interesante seleccionar días en los que se prevea una frecuentación media-alta y no identificarse como gestor/propietario/agente de la autoridad.

4.4.3. Videovigilancia

Ante situaciones conflictivas, se podría recurrir a la instalación de cámaras de fototrampeo o de zonas videovigiladas (en este caso habría que disponer de los permisos legales correspondientes).

4.2. Encaminadas a dar a conocer la tejeda

Determinadas tejedas con una frecuentación muy baja pueden convertirse en un recurso turístico para casas rurales o para municipios, por lo que se recomienda realizar una estrategia conjunta y de calidad, en la que habrá que evaluar la voluntad de poner el recurso en el mercado turístico. En este sentido, también habrá que evaluar si se quiere poner información en internet o no. Entre las recomendaciones habría que planificar muy bien para que la visita sea de calidad y suponga un retorno para la población local en forma de alojamiento, restauración o visita al pueblo cercano.

En la línea de respetar la “magia del tejo”, mantener un cierto secretismo sobre la ubicación de la tejeda o de los árboles más añosos, conlleva una valorización automática de la misma, por lo que hay que tener en cuenta este hecho como una estrategia en sí misma.

4.3. Encaminadas a minimizar la afluencia de visitantes en la tejeda

Cuando en una zona se considera que se ha sobrepasado la capacidad de carga o que pronto se podría llegar, se han de poner en marcha una serie de acciones. Estas acciones deben ir encaminadas a minimizar:

1. El volumen de personas que visitan la tejeda en cuestión.
2. El impacto que los visitantes ejercen sobre el hábitat.

Entre las acciones enfocadas a disminuir el volumen de visitantes, se proponen las siguientes (desarrollado a partir de González 2015):

4.3.1. Limitar el acceso con vehículos a zonas cercanas

A más distancia entre el aparcamiento y la tejeda, menos visitantes llegan. Por lo tanto, si es posible regular el acceso cercano, por ejemplo, cerrando la pista, habilitando una zona de aparcamiento relativamente alejada, el número de visitantes puede verse reducido. En este sentido, hay que contemplar un determinado régimen de excepciones: la naturaleza debe ser asequible a todos, por lo que las personas con movilidad limitada deberían poder acceder.

4.3.2. Limitar el número de visitantes

Esta opción de gestión implica establecer una cuota de visitantes diaria, que puede ser constante o variable, y gestionar un sistema de reservas en línea para que el visitante sepa con anterioridad si puede acceder al recurso o no, en este caso, la tejeda. Esta opción requiere de unos niveles de gestión importantes: un sistema de reservas online, una entrada única (o pocas) y vigilancia, por lo que sólo es aconsejable aplicarla si los volúmenes son altos y la problemática es compleja. Por otra parte, también es aconsejable limitar el número de visitantes para que éstos hagan la visita espaciada y salgan más satisfechos de la experiencia. Es decir, también se puede entender como una medida para mejorar la calidad de la visita. Finalmente, también habría que estudiar la aplicación de esta medida sólo en determinados periodos de alta frecuentación.

4.3.3. Pago por visita

Es una variante de la opción anterior, a aplicar si se quieren minimizar los costes derivados de un sistema de gestión caro en el capítulo de personal. El pago sin contraprestación ni servicios genera rechazo, por lo que hay que diseñar una visita-tipo enriquecida, ya sea con el acompañamiento por parte de un guía interpretador, con audioguías, con materiales de señalización u otros. Otra opción posible es recurrir al pago del aparcamiento.

4.3.4. Control de la comunicación

Una de las opciones por parte de los gestores de la tejeda es no dar ningún tipo de publicidad, es decir, que no aparezca en los mapas, trípticos y otros recursos a disposición de los visitantes. En este sentido, también se deberá indicar en las oficinas de turismo que no localicen la tejeda a nadie. En relación con los recursos que puedan aparecer en internet, desde rutas naturalísticas pasando por webs de aficionados, resulta más complicado intervenir para pedir que no se haga publicidad: aún y así, no resulta imposible minimizar su presencia.

4.4. Encaminadas a disminuir el impacto de los visitantes sobre la tejeda

Aparte de alguna de las medidas ya propuestas anteriormente, se proponen las siguientes (desarrollado a partir de González 2015):

4.4.1. Control de los visitantes

La delimitación de los senderos y la presencia física de guardas que velan por el espacio puede minimizar mucho el impacto sobre las tejedas. En este sentido, hay mucha diferencia entre tener grupos por todas partes que visitantes que ordenadamente transitan el espacio siempre por los mismos lugares, informados sobre las normas de conducta, etc.

4.4.2. Delimitación de senderos

En vez de permitir el acceso libre a toda la tejeda, la delimitación de un sendero, a ser posible circular, con indicaciones para que no se salga del camino, es una de las mejores opciones.

4.4.3. Señalización

Un panel con las recomendaciones para la visita y pidiendo respeto debería ser suficiente en la mayoría de casos.

Estas medidas para regular el uso público son una primera propuesta de entre todas las posibles medidas para hacer efectiva la protección de las tejedas y, especialmente, de las más sensibles y alejadas de la influencia humana.



Figura 1. La ubicación de paneles informativos del Life TAXUS en núcleos de reunión fuera de la tejeda permite reducir la presión en el interior del hábitat, y a la vez llegar a un público amplio en la divulgación de los valores naturales de las tejedas y los trabajos de conservación emprendidos. Estos carteles pueden obviar la ubicación exacta de la tejeda en caso de no querer estimular las visitas indiscriminadas. Fotos: Jordi Camprodon.



Figura 2. Ejemplo de panel a emplazar en zonas de trabajos de conservación en tejedas para informar a los visitantes. Fuente: Paraje Natural de Interés Nacional de Poblet.

5.12. Adaptación al cambio climático

1. Descripción

El incremento de las temperaturas y de los periodos de sequía previstos puede provocar un estrés hídrico insostenible para gran parte de las poblaciones de tejo de la región mediterránea, situación agravada por el mayor riesgo de incendios forestales. Es probable que las tejedas sufran un fuerte declive a finales del siglo XXI, más acentuado en las sierras meridionales. Las tejedas más septentrionales podrán mantener su perfil ecológico sin sufrir demasiado, a excepción de las poblaciones situadas a baja altitud, que deberán desplazarse hacia zonas más elevadas. Sin la aplicación de medidas de conservación, a largo plazo los tejos se extinguirían en muchas áreas de la región mediterránea (Thomas & García-Martín 2015).

2. Objetivo

Incrementar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad de las tejedas al cambio climático mediante medidas de gestión. Asimismo, facilitar la migración de poblaciones hacia zonas potenciales de mayor probabilidad de adaptación según las predicciones de los modelos de distribución.

3. Propuesta de actuación

Entre las propuestas de actuación para facilitar la adaptación de las tejedas al cambio climático destacan:

- Llevar a cabo claras selectivas para disminuir el área basimétrica alrededor del 10-20%. Esto permitiría una disminución de la competencia y en consecuencia una entrada beneficiosa de luz para los tejos y una disminución del estrés hídrico (Dahr et al. 2007, Ruprecht et al. 2010).
- Reforzar poblaciones con plántulas de la misma zona biogeográfica. Protegerlas de los herbívoros hasta la edad adulta con protectores individuales o cercados de exclusión.
- Realizar un seguimiento de la evolución de las poblaciones, el estado vital de los individuos, el reclutamiento y la proporción de sexos. Idealmente las poblaciones de tejo deberían tener una superficie mínima de 0,5 a 3,0 ha para ser viables (Piovesan et al. 2009) con un mínimo de 40 individuos con una proporción similar de machos y hembras (Iszkulo et al. 2009).
- Con el fin de aliviar el estrés y reducir los efectos de las elevadas temperaturas y la sequía en tejos adultos aislados de valor patrimonial (tejos monumentales) o ecológico (árboles madre) se puede regar e incluso proporcionar sombra mediante plantación de una pantalla de árboles protectores.
- Facilitar la migración asistida hacia localidades con mejores condiciones ecológicas. Implicaría el movimiento de semillas de procedencia sur a lugares situados más al norte. Esto requiere tener en cuenta el tipo de clima del lugar donde se quiere plantar y decidir desde donde se han de llevar las semillas. Cuanto más cálida sea la zona donde se quiere plantar, más al sur puede seleccionarse la zona donante. Dada la amplia composición genética de las poblaciones de tejo, se recomienda plantar un número elevado de plantones con la esperanza de que al menos algunos estarán adaptados para hacer frente a las nuevas condiciones (Thomas 2015).
- Evitar en lo posible los efectos de los grandes incendios forestales en zonas estratégicas de gestión alrededor de las tejedas por medio de planes de prevención.



6. Agradecimientos

El proyecto Life Taxus está financiado por los fondos Life Nature (LIFE 11 NAT / ES / 711) de la Unión Europea. Los beneficiarios del proyecto son el Centro Tecnológico Forestal de Cataluña, como socio coordinador, el Paraje Natural de Interés Nacional de Poblet, el Consorcio de la Serra de Llaberia y el Ayuntamiento de Rasquera. El proyecto ha contado con el apoyo técnico del Consorcio de la Alta Garrotxa, el Consorci de Polítiques Ambientals de les Terres de l'Ebre, la Dirección General de Medio Natural del Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca, Alimentación y Medio Natural y la Dirección General de Políticas Ambientales del Departamento de Territorio y Sostenibilidad de la Generalitat de Catalunya, la Red de Custodia del Territorio, la Diputación de Tarragona y la Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya.

Nuestro agradecimiento a todas las personas que han contribuido en el proyecto y han hecho posible la consecución de sus objetivos, con voluntad a toda prueba y superando cualquier dificultad que se interpusiera en el recorrido de los cuatro años de proyecto:

Víctor Àguila, Guillem Argelich, Marc Arimany, Ricard Baques, Jordi Bas, Carla Bellera, Martí Boada, Denis Boglio, Roman Borràs, Gerard Bota, David Bové, Xavier Buqueras, Sílvia Busquet, Jordi Calaf, Jordi Capdevila, Marc Carrera, Eusebi Casanova, Carme Cases, Eva Ciuró, Imma Clop, Albert Duch, Anna Farràs, Climent Ferré, Xavier Font, Meritxell Fontova, Josep Maria Forcadell, Nuno Forner, Anna Gallés, Montse García, Sílvia García López, Fermí Garriga, David Giralt, Antònia Grífol, Daniel Guinart, Eloi Josa, Maria Àngels Jovells, Toni Llobet, Joan Llovet, Judit Marcó, Antoni Margalef, Santi Martín, Àngela Muntada, Sonia Navarro, Joan Pellisa, Assu Planas, Estevão Portela-Pereira, Núria Pou, Dunia Riu, Elena Roca, Montse Rodríguez, Jesús Romero, Sara Sánchez, Montserrat Sancho, Francesc Sardà, Ramon Santasusana, Arnau Silva, Marina Talló, Marc Taüll, Josep Ramon Torrentó, Anton Vallvey, Judit Varela, Montserrat Vidilla, Eva Viladrich, Patrick Viñas, l'Escola Agrària del Solsonès, l'Escola de Capacitació Agrària de Mas Bové y el Institut Horticultura i Jardineria de Reus.

Este proyecto no hubiera sido posible sin los trabajadores y técnicos forestales, a los que queremos expresar nuestra gratitud, Andreu Campdepedrós, Llorenç Torruella, David Soler, Albert Bau, Sergi Castillo, los miembros de la sección de jardinería de la Fundación La Fageda, Joaquim García, Miquel Segarra, Forestal Catalana, la empresa de inserción sociolaboral del Consorcio de la Sierra de Llaberia, la empresa Aprofitaments Forestals Colldejou, Monroyo Industrial, la brigada del Ayuntamiento de Rasquera y Totbosc S.L.

Un reconocimiento especial a los propietarios de las tejedas que se han comprometido en su conservación y a las personas que nos han asesorado siempre que ha sido necesario para resolver cuestiones concretas del proyecto: Carme Casas, Carlos Colinas, Lluís Coll, Hernán Collado, Juan Martínez de Aragón, Montse Massó, Míriam Piqué, Miquel Riba, Mariano Rojo, Míriam Sangerman, Audrey Thénard, Josep Vila y muy especialmente, Xavier García-Martí.



7. Bibliografía

- Abella, I. 1996. La magia de los Árboles. Ed. Integral. Barcelona.
- Águila, V., Caritat, A., Rios, A. I., Casals, P., Guixé, D., & Camprodon, J. 2015. Cambios futuros esperados en la distribución de *Taxus baccata* L. en Catalunya según la variación climática prevista. In Caritat, A. (ed.). Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de les tejedas en los sistemas forestales mediterráneos: 103-109. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.
- Alcántara, J. M., Rey, P.J., Valera, F & Sánchez-Lafuente, A. M. 2000. Factors shaping the seedfall pattern of a bird-dispersed plant. *Ecology* 81 (7): 1937-1950. <http://dx.doi.org/10.2307/177283>
- Alcober, J. A., Crespo, M. B. & Sanchis, E. 1988. Distribución y autoecología. del tejo (*Taxus baccata* L.) en la provincia de Valencia. *Ecología* 2: 131-138.
- Allen, C. D., Macalady, A. K., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell N., Vennetier, M., Kitzberger, T., Rigling, A., Breshears, D. D. & Hogg, E. H. 2009. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecol. Manage.* 259: 660-684. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.001>
- Allison, T. D. 1990. Pollen production and plant density affect pollination and seed production in *Taxus canadensis*. *Ecology* 71: 516-522. <http://dx.doi.org/10.2307/1940305>
- Alonso, A., Fernández-Manso, A., Artime, I. & Valbuena, L. 2015. Situación actual de las tejedas de los Montes Aquilianos. In Caritat, A. (ed.). Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de les tejedas en los sistemas forestales mediterráneos: 95-101. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.
- Amalesh, D., Herwig, R., Raphael, K. & Harald, V. 2007. Comparison of ecological condition and conservation status of English yew population in two Austrian gene conservation forests. *Journal of Forestry Research* 18: 181-186.
- Andrés Ros, J., Fabregat, C., López Udías, S., Aparicio, J. M., Prada, A., Martínez Llistó, J., García Martí, X., Serena, V., López Mar-tos, J., Herreros, R., Marzo, A., Cerdán, V., Bayarri, X., Bosch, F., Gómez Talens, J. & Zreik, C. 2007. Censos y caracterizaciones de tejedas de la Comunidad Valenciana In Serra, L. (ed.). El tejo en el Mediterráneo occidental. Jornadas internacionales sobre el tejo y las tejedas en el Mediterráneo occidental: 127-136. Generalitat Valenciana, Conselleria de Territori i Habitatge. Valencia.
- Aranda I., Robson, T.M., Rodríguez-Calcerrada, J. & Valladares, F. 2008. Limited capacity to cope with excessive light in the open and with seasonal drought in the shade in Mediterranean *Ilex aquifolium* populations. *Trees* 22: 375-384. <http://dx.doi.org/10.1007/s00468-007-0192-5>
- Arberas, E. & Latorre, I. 2015. Distribución y tamaño poblacional del Tejo (*Taxus baccata* L.) en el municipio de Ayala (Álava), norte de España. . In Caritat, A. (ed.). Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de les tejedas en los sistemas forestales mediterráneos: 71-78. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.
- Arbuck, S. G. & Blaylock, B. A. 1995. Taxol: Clinical Results and Current Issues in Development. *Taxol: Science and Applications*. Suffness. M. CRC Press. Boca Raton. Florida: 379-415.

- Arregui, J. M. 2007. Aproximación al cultivo in vitro de embriones de tejo. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. In Serra, L. (ed.). El tejo en el Mediterráneo occidental. Jornadas internacionales sobre el tejo y las tejedas en el Mediterráneo occidental: 141-152. Generalitat Valenciana, Conselleria de Territori i Habitatge. Valencia.
- Asociación Amigos del Tejo y las Tejedas (AATT) ARBA. 2013. Actas III Jornadas Internacionales sobre el Tejo (*Taxus baccata* L.). Ayuntamiento de Ponferrada. Universidad de León.
- Bacchetta, G., Bueno Sanchez, A., Fenu, G., Jimenez-Alfaro, B., Mattana, E., Piotto, B. & Virevaire, M. 2008. Conservación ex situ de plantas silvestres. Principado de Asturias / La Caixa.
- Bacchetta, G. & Farris, E. 2007. Estudio fitosociológico, ecológico y corológico de los bosques de *Taxus baccata* L. en Cerdeña (Italia). In Serra, L. (ed.). El tejo en el Mediterráneo occidental. Jornadas internacionales sobre el tejo y las tejedas en el Mediterráneo occidental: 195-204. Generalitat Valenciana, Conselleria de Territori i Habitatge. Valencia.
- Ballesteros, D., Meloni F. & Bacchetta, G. 2015. Manual for the propagation of selected Mediterranean native plant species. Ecoplantmed. ENPI. CBC-MED.
- Ballian, D. 2015. New addition for recognition of distribution of Yews (*Taxus baccata* L.) in Bosnia and Herzegovina.). In Caritat, A. (ed.). Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de las tejedas en los sistemas forestales mediterráneos: 79-84. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.
- Batllori, E., Camarero, J. J., Ninot, J. M. & Gutiérrez, E. 2009. Seedling recruitment, survival and facilitation in alpine *Pinus uncinata* treeline ecotones. Implications and potential responses to climate warming. *Glob Ecol Biogeogr.* 18: 460-472. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1466-8238.2009.00464.x>
- Begon, M., Harper, J. L & Townsend C. R. 1999. Ecología. Omega. Barcelona.
- Beltrán, M., Piqué, M., Vericat, P. & Cervera, T. 2011. Models de gestió per als boscos de pi blanc (*Pinus halepensis* Mill.): producció de fusta i prevenció d'incendis forestals. Sèrie: Orientacions de Gestió Forestal Sostenible per a Catalunya (ORGEST). 124. Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- Beltrán, M., Vericat, P., Piqué, M. & Cervera, T. 2012. Models de gestió per als boscos de pinassa (*Pinus nigra* Arn.): producció de fusta i prevenció d'incendis forestals. Sèrie: Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST). 152. Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- Bentebibel, S., Moyano, E., Palazon, J., Cusido, R. M., Bonfill, M., Eibl, R. & Piñol, M. T. 2005. Effects of immobilization by entrapment in alginate and scale-up on taxol and baccatin III production in cell suspension cultures of *Taxus baccata*. *Biotechnol Bioeng.* 89 (6): 647-55. <http://dx.doi.org/10.1002/bit.20321>
- Bernal González, R. 2009. Censo e inventario de las poblaciones de tejo (*Taxus baccata*) y abedul (*Betula alba*) del Parque Nacional de la Cuenca Alta del Manzanares. Principales conclusiones. Reforesta. Declarada de Utilidad Pública.
- Bernal González, R. 2015. Censo e inventario de tejos (*Taxus baccata* L.) en el Barranco del Alto Manzanares (España). In Caritat, A. (ed.). Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de las tejedas en los sistemas forestales mediterráneos: 103-

109. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.
- Berrocal, M., Gallardo, J. F. & Cardeñoso, J. M. 1998. El castaño. Mundi-Prensa. Barcelona.
- Bilgili, E. 2003. Stand development and fire behavior. *Forest Ecology and Management* 179 (1-3): 333-339.
- Blanco, E., Casado González, M. A., Costa Tenorio, M., Escribano Bombin, R., García Antón, M., Génova Fustes, M., Gómez Manzaneque, A., Gómez Manzaneque, F., Moreno saiz, J. C., Morla Juarista, C., Regato Pajares, P. & Sainz Ollero, H. 1997. Los Bosques Ibéricos. Una interpretación geobotánica. 597. Editorial GeoPlaneta, S.A. Madrid. España.
- Blanco, E. & Vasco, F. 2015. Treinta años trabajando con el tejo. In Caritat, A. (ed.). Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de les tejedas en los sistemas forestales mediterráneos: 103-109. Monestir de Poblet 89-93 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.
- Blanco, E., Vasco, F., Abella, I. & Cortés, S. 2011. Tejo y cultura: de la tradición etnobotánica a la farmacología científica. II Jornades sobre el Teix a la Mediterrania Occidental. Documents de la Delegació de la Institució Catalana d'Història Natural 4: 73-91.
- Bolòs, O. 1967. Comunidades vegetales de las comarcas proximas al litoral situadas entre los ríos Llobregat y Segura. *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona* 38 (1): 1-269.
- Bolòs, O. & Vigo, J. 1989. Flora dels Països Catalans. Vol. I. Barcino. Barcelona.
- Bolòs, O., Vigo, J., Masalles, R. M. & Ninot, J. 1990. Flora manual dels Països Catalans. Pòrtic. Barcelona.
- Bolòs, O. 2001. Vegetació dels Països Catalans. Col. Gaià. Aster. Barcelona.
- Bonan, G. B. 2008. Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *Science* 320: 1444-1449. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1155121>
- Bonfill, M., Palazón, J., Cusido, R. M., Joly, S., Morales C. & Piñol, M. T. 2003. Influence of elicitors on taxane production and 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase activity in *Taxus media* cells. *Plant Physiology and Biochemistry* 41: 91-96. [http://dx.doi.org/10.1016/S0981-9428\(02\)00013-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0981-9428(02)00013-X)
- Borau, J. A. & Domingo, M. 1998. Muntanyes de Prades: paisatge i fauna. El inter. Cossetània. Valls.
- Bosch A., Chinchilla J. & Tarrús, J. (coords.). 2006. Els objectes de fusta del poblat neolític de la Draga. Excavacions 1995-2005. Museu d'Arqueologia de Catalunya-CASC. Girona.
- Burgarella C., Navascués, M., Zabal-Aguirre, M., Berganzo, E., Riba, M., Mayol, M., Vendramin, G. G. & González-Martínez, S. C. 2012. Recent population decline and selection shape diversity of taxol-related genes. *Molecular Ecology* 21: 3006-3021.
- Calama, R., Puértolas, J., Madrigal, G. & Pardos, M. 2013. Modeling the environment response of leaf net photosynthesis in *Pinus pinea* L. natural regeneration. *Ecology Modelling* 251: 9-21. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2012.11.029>
- Camprodon, J. & Brotons, Ll. 2006. Effects of undergrowth clearing on the bird communities of the Northwestern Mediterranean Coppice Holm oak forests. *Forest Ecology and Management* 221 (1): 72-82.

- Camprodon, J., Casals, P., Caritat, A., Guixé, D., Rios, A., Buqueras, X., Reverté, J., Sánchez, S., Argerich, G. & García-Martí, X. 2015. Life TAXUS, proyecto para la conservación del habitat del tejo en Catalunya. Objetivos, metodologías y primeros resultados. In Caritat, A. (ed). Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de les tejedas en los sistemas forestales mediterráneos: 135-148. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Solsona.
- Camprodon, J., Martín, S., Guixé D. & Coll, Ll. 2010. Estudio de las poblaciones de tejo en la sierra de Llaberia. Directrices para la conservación, gestión y análisis de su evolución. Consorci de la Llaberia. Fundación Biodiversidad.
- Canham, C. D. 1988. An index for understory light levels in and around canopy gaps. *Ecology* 69: 1634-1638.
- Capdevila, J. & Casas C. 2014. Caracterització florística de les teixedes del nord-est i sud de Catalunya. In: Caritat, A. (ed.). Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de les tejedas en los sistemas forestales mediterráneos: 122. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Solsona.
- Caritat, A. 2013. Estrategias de conservación del tejo (*Taxus baccata* L.) en la Alta Garrotxa (Girona). In: III Jornadas Internacionales sobre el tejo (*Taxus baccata*). Ponferrada, León, 2010.
- Caritat, A., Vilar Sais, L. & Sala, E. 2004. Regeneración del tejo en Catalunya. Cuadernos Sociedad Española de Ciencias Forestales 18: 97-100.
- Caritat, A. & Bas J. M. 2007. Estado actual y regeneración de *Taxus baccata* en Catalunya. Serra, L. ed. El tejo en el Mediterráneo occidental. Jornadas internacionales sobre el tejo y las tejedas en el Mediterráneo occidental: 71-76. Generalitat Valenciana. Alcoi.
- Caritat, A. 2013. Estrategias de conservación del tejo (*Taxus baccata* L.) en la Alta Garrotxa. Girona. III Jornadas Internacionales sobre el tejo (*Taxus baccata*). Ponferrada. León.
- Caritat, A. 2011. II Jornades sobre el teix a la Mediterrània Occidental. Documents de la Delegació de la Garrotxa. Olot. Institució Catalana d'Història Natural. 130 pp.
- Caritat, A., Rios, A., Guixé, D., Camprodon, J., Casals, P., Martín, S., Coll, L., Casas, C. & Aguila, V. 2015. Distribution and typification of yew tree in Catalonia. In Caritat, A. (ed). Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de les tejedas en los sistemas forestales mediterráneos: 127-134. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.
- Carlo, T. A., García, D., Martínez, D., Gleditsch, J. & Morales, J. M. 2013. Where do seeds go when they go far? Distance and directionality of avian seed dispersal in heterogeneous landscapes. *Ecology* 94 (2): 301-307. <http://dx.doi.org/10.1890/12-0913.1>
- Carrasco, M. 1989. Técnicas de propagación de árboles y arbustos autoctonos. *Quercus* 42: 24-29.
- Carrión, J. S. 2002. Patterns and processes of Late Quaternary environmental change in a montane region of south western Europe. *Quat. Sci. Rev.*, 21: 2047-2066.
- Cartanyà, J., Pàmies, J. & Pomares, C. 1997. Pla d'ús i gestió del Paratge atural d'Interès Nacional de la vall del Monestir de Poblet-Reserva Natural arcial del Barranc del Titllar-Reserva Natural Parcial del Barranc de la Trinitat. Gestiomed s.c.p.
- Carvalho, A., Rebelo, A. & Dias, J. 1999. Distribution and natural regeneration of yew trees in the National Parks of Peneda-Geres (Portugal) and Baixa Limia Serra-Xures. Spain. *Rev. Biol.* 17: 43-49.

- Casals, P., Baiges, T., Bota, G., Chocarro, C., de Bello, F., Fanlo, R., Sebastià, M. T. & Taüll, M. 2009. Silvopastoral systems in the Northeastern Iberian Peninsula. A Multifunctional Perspective.
- Casals, P., Camprodon, J., Caritat, A., Ríos, A.I., Guixé, D., García-Martí, X., Martín-Alcón, S. & Coll, L. 2015. Forest structure of Mediterranean yew (*Taxus baccata* L.) populations and neighbor effects on juvenile yew performance in the NE Iberian Peninsula. *Forest Systems* 24 (3): e042-10.
- Cedro, A. & Iszkulo, G. 2011. Do females differ from males of European Yew (*Taxus baccata* L.) in dendrochronological analysis?. *Tree-Ring Research*, Vol. 67(1): 3-11. <http://dx.doi.org/10.3959/2009-9.1>
- Cedro, A. & Cedro, B. 2015. Growth-climate relationships at yew and wild service trees on the eastern edge of their range in Europe. *Forest Systems* 24 (3): e44. <http://dx.doi.org/10.5424/fs/2015243-07480>
- Charco, J. 2007. El tejo en el norte de África. El tejo en el Mediterráneo Occidental. Serra L. ed. Conselleria de Territori i Habitatge. Ministerio de Medio Ambiente de España. CAM: 177-185.
- Chirino, E., Vilagrosa, A., Cortina, J., Valdecantos, A., Fuentes, D., Trubat, R., Luis, V. C., Puértolas, J., Bautista, S., Baeza, M. J., Peñuelas, J. L. & Vallejo, R. 2009. Ecological restoration in degraded drylands: the need to improve the seedling quality and site conditions in the field. *Forest Management*. Grossberg S. P. Nova Science Publishers: 85-157.
- Chybicki, I. J., Oleksa, A. & Burczyk, J. 2011. Increased inbreeding and strong kinship structure in *Taxus baccata* estimated from both AFLP and SSR data. *Heredity* 107: 589-600.
- Clarke, M. L., Harvey, D. G. & Humphreys, D. J. 1981. *Veterinary Toxicology*, 2a. Tindall. London. UK.
- Clopés, R. 2004. Visita de la comissió de la flora forestal espanyola al Bosc de Poblet (1869). *Actes de les Primeres Jornades sobre el Bosc de Poblet*: 49-68.
- Coles, J. M., Heal, S. V. E. & Orme, B. J. 1978. The use and character of wood in prehistoric Britain and Ireland. *Proceedings of the Prehistoric Society*. 44: 1-45.
- Coll, L. 2014. Gestión selvícola y regeneración natural ante un futuro incierto: marco teórico y principios generales. *Cuadernos de la SECF* 40: 19-32.
- Colomina, D., Hernández, & L. Melero, M. 2015. Recuperación de bosques de tejo en el Barranco de Hocino (Riba de Saelices, Guadalajara). In Caritat, A. (ed.). *Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de les tejedas en los sistemas forestales mediterráneos*: 155-159. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.
- Conesa, J. A. 1997. Tipologia de la vegetació: anàlisi i caracterització. Eines núm. 19. Universitat de Lleida.
- Cortés, S., Vasco, F. & Blanco, E. 2000. El libro del tejo (*Taxus baccata* L.). Un proyecto para su conservación. ARBA. Madrid.
- Costa, J. C. 2007. Distribución y ecología de las tejedas en Andalucía: Propuesta de actuaciones de conservación, regeneración y restauración. In: El tejo en el Mediterráneo Occidental. Serra L. ed. Conselleria de Territori i Habitatge. Ministerio de Medio Ambiente de España. CAM: 161-171.
- Costa, M., Morla, C. & Sainz, H. 1998. Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica. Geoplaneta. Madrid.

- Costa, P., Castellnou, M., Larrañaga, A., Miralles, M. & Kraus, D. 2011. La prevención de los grandes incendios forestales adaptada al incendio tipo. Unitat Tècnica del GRAF, Departament d'Interior, Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- Costa Pérez, J. C. 2007. Distribución y ecología de las tejedas en Andalucía: Propuesta de actuaciones de Conservación, Regeneración y Restauración. In: Serra, L.: (ed.). El tejo en el Mediterráneo occidental. Jornadas internacionales sobre el tejo y las tejedas en el Mediterráneo occidental: 161-170. Generalitat Valenciana, Conselleria de Territori i Habitatge. Valencia.
- Cotillas, M., Sabaté, S., Gracia, C. & Espelta, J. M., 2009. Growth response of mixed Mediterranean oak coppices to rainfall reduction. Could selective thinning have any influence on it? *For Ecol and Manage* 258: 1677-1683.
- Crespo, M. B., Pardo, R. M., Richat R., Sanchís E. & Uso J. J. 1987. Status, pasado, presente y futuro de *Taxus baccata* L. en Europa. Valencia.
- Cuevas, J. A. 2008. Determinación mediante radio-seguimiento del área vital del mirlo común (*Turdus merula* L.) en sotos fluviales. XIX Congreso Español de Ornitología. Santander. Spain. 5-8 de diciembre de 2008. p. 174.
- De Beaulieu, J. L., Andrieu-Ponel, V., Reille, M., Gruger, E., Tzedakis, C. & Svobodova, H. 2001. An attempt at correlation between the Velay pollen sequence and the Middle Pleistocene stratigraphy from central Europe. *Quat. Sci. Rev.* 20: 1593-1602.
- Devaney, J. L., Janssen, M. & Whelan, P. M. 2014. Spatial patterns of natural regeneration in stands of English yew (*Taxus baccata* L.); negative neighbourhood effects. *Forest Ecol Manag* 321. 52-60.
- Devaney, J. L., Whelan, P. M. & Jansen, M. A. 2015. Light responses of yew (*Taxus baccata* L.); does size matter? *Trees* 29: 109-118
- Dhar, A., Ruprecht, H., Klumpp, R. & Vacik, H. 2006. Stand structure and natural regeneration of English yew (*Taxus baccata* L.) at Stiwollgraben in Austria. *Dendrobiology* 56: 19-26.
- Dhar A., Ruprecht, H., Klumpp, R. & Vacik, H., 2007. Comparison of ecological condition and conservation status of English yew population in two Austrian gene conservation forests. *J. Forest Res.* 18: 181-186. <http://dx.doi.org/10.1007/s11676-007-0037-5>
- Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya. Núm. 4735 - 6.10.2006.
- Diaz-Maroto, I. J., Vila, P. & Álvarez, J. G. 2001. Caracterización dasométrica e las Carballeiras (bosques de *Quercus robur* L.) de Sobrado dos Monxes (La Coruña). *Montes* 64: 19-28.
- Domingo, M. 2005. Els ocells a la Conca de Barberà. Col. El Tinter. Cossetània. Valls.
- Donovan, L. A. & Ehleringer, J. R. 1994. Carbon isotope discrimination, water-use efficiency, growth, and mortality in a natural shrub population. *Oecologia* 100: 347-354. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00316964>
- Dovciak, M. 2002. Population dynamics of the endangered English yew (*Taxus baccata* L.) and its management implications for biosphere reserves of the Western Carpathians. Tech. rep. Mab UNESCO.
- Draper, D. & Marques, I. 2007. *Taxus baccata* en Portugal y sus perspectivas futuras frente al cambio global. In Serra, L. (ed.). El tejo en el Mediterráneo occidental. Jornadas internacionales sobre el tejo y las tejedas en el Mediterráneo occidental: 171-176. Generalitat Valenciana, Conselleria de Territori i Habitatge. Valencia.
- Dubreuil, M., Riba, M., González-Martínez, S. C., Vendramin, G. G., Sebastiani, F. & Mayol, M. 2010. Genetic effects of chronic habitat fragmentation revisited: strong genetic structure in

- a temperate tree, *Taxus baccata* (Taxaceae), with great dispersal capability. *Am. J. Bot.* 97: 303–310. <http://dx.doi.org/10.3732/ajb.0900148>
- Dubreuil, M., Sebastiani, F., Maiol, M., González-Martínez, S. C., Riba, M. & Vendramin, G. G. 2008. Isolation and characterization of polymorphic nuclear microsatellite loci in *Taxus baccata* L. *Conserv. Genet.* 9: 1665-1668. <http://dx.doi.org/10.1007/s10592-008-9515-3>
- Escribano-Ávila, G., Calviño-Cancela, M., Pías, B., Virgós, E., Valladares, F. & Escudero, A. 2014. Diverse guilds provide complementary dispersal services in a woodland expansion process after land abandonment. *J. Appl. Ecol.* 51 (6): 1701–1711. <http://dx.doi.org/10.1111/1365-2664.12340>
- European Commission. 2007. Interpretation manual of European Union Habitats – EUR27. DG Environment, European Commission.
- European Environment Agency. 2009. 9580 Mediterranean *Taxus baccata* Woods. Habitats Directive 17 Reporting.
- Fabbio G., Merlo M. & Tosi, V. 2003. Silvicultural management in maintaining biodiversity and resistance of forests in Europe-the Mediterranean region. *J. Environ. Manage.* 67: 67-76.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 34: 487-515. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>
- Farjon, A. 2010. A Handbook of the World's Conifers. Koninklijke Brill, Leiden.
- Farris, E. & Filigheddu, R. 2008. Effects of browsing in relation to vegetation cover on common yew (*Taxus baccata* L.) recruitment in Mediterranean environments. *Plant Ecol.* 199: 309-318.
- Fernández, C., Alegre, J., López, D., Toribio, M. & Alonso, N. 2004. Conservación y caracterización de poblaciones de tejo. *Agricultura. Revista agropecuaria* 869: 950-957.
- Fernández P., Fernández, A., García, E., Rodríguez, J., Sánchez, E. & Vasco, F. 2015. Los matriarcados del tejo en la Sierra de Francia. Dinámica y ecología de las nuevas poblaciones conocidas en el Sistema Central. In Caritat, A. (ed.). *Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de las tejedas en los sistemas forestales mediterráneos*: 29-40. Monestir de Poblet. 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.
- Fernández, P., Fernández, A., Santamaría, E. & Quintano, C. 2011. Análisis territorial de la Tejedas de Castilla y León (España). *SJRD* 2: 69-80.
- Ferré, R. 2004. Una espècie forestal d'àrea reduïda: el cas de *Quercus pyrenaica* Willd. a les Muntanyes de Prades. *Actes de les Primeres Jornades sobre el Bosc de Poblet*: 69-88.
- Folch, R. 1981. *La vegetació dels Països Catalans*. Ketres editora. Barcelona.
- Folch, R. (ed.). 1988. *Història Natural dels Països Catalans*. Vol. 6 i 7. Enciclopèdia Catalana. Barcelona.
- Folch, R. & Velasco, E. 1978. Dades cartogràfiques per a l'estudi de la vegetació de les Muntanyes de Prades. XVIII Assemblea Intercomarcal d'estudiosos. Barcino. Barcelona.
- Font i Quer, P. 1934. El *Quercus toza* a Catalunya i el Marroc. *Cavanillesia*. Vol. VI, fasc 4-9: 49-58.
- Font, X. 2014. Mòdul Flora i Vegetació. Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya. Generalitat de Catalunya & Univ. de Barcelona. <http://biodiver.bio.ub.es/biocat>
- Galán, P., Gamara, R., & García, J. L. 1998. Árboles y arbustos de la Península Ibérica e Islas Baleares. Ediciones Jaguar. Madrid.

- García D. 2006. Conservación y gestión del tejo (*Taxus baccata*) L. en ambientes estresantes: la importancia de las interacciones interespecíficas. In Serra, L. (ed.). El tejo en el Mediterráneo occidental. Jornadas internacionales sobre el tejo y las tejedas en el Mediterráneo occidental: 171-176. Generalitat Valenciana, Conselleria de Territori i Habitatge. Valencia.
- García, D. 2016. Birds in ecological networks: Insights from bird-plant mutualistic interactions. *Ardeola* 63 (1): 151-180.
- García, D., Martínez, D., Herrera, J. M., Morales, J. M. 2013. Functional heterogeneity in a plant-frugivore assemblage enhances seed dispersal resilience to habitat loss. *Ecography* 36: 197-208.
- García, D., Martínez D. & Lavabre, J. E. 2015. Regeneración del tejo en las montañas cantábricas: ampliando el enfoque a través del espacio, el tiempo y la complejidad ecológica. In: Caritat, A. (ed.). Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de les tejedas en los sistemas forestales mediterráneos: 19-28. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Solsona.
- García, D. & Obeso, J. R. 2003. Facilitation by herbivore-mediated nurse plants in a threatened tree, *Taxus baccata*: local effects and landscape level consistency. *Ecography* 26: 739-750.
- García, D., Obeso, J. R. & Martínez, I. 2005 (a). Rodent seed predation promotes differential recruitment among bird-dispersed trees in temperate secondary forests. *Oecologia* 144 (3): 435-446. <http://dx.doi.org/10.1007/s00442-005-0103-7>
- García, D., Obeso, J. R. & Martínez, I. 2005 (b). Spatial concordance between seed rain and seedling establishment in bird-dispersed trees: does scale matter? *J. Ecol* 93: 693-704. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2745.2005.01004.x>
- García, D., Zamora, R. & Amico, G. C. 2010. Birds as suppliers of seed dispersal in temperate ecosystems: conservation guidelines from real-world landscapes. *Conserv. Biol.* 24 (4): 1070-1079. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01440.x>
- García D., Zamora R., Hódar J. A., Gómez J. M. & Castro J. 2000. Yew (*Taxus baccata* L.) regeneration is facilitated by fleshy-fruited shrubs in Mediterranean environments. *Biological Conservation* 95: 31-38.
- García, J. M. 2001. Regiones de identificación y utilización de material forestal de reproducción. Ministerio de Medio Ambiente. Organismo Autónomo de Parques Nacionales.
- García-Martí X. 2007. Producción de material forestal de *Taxus baccata* L. destinado a planes de conservación. In Serra, L. (ed.). El tejo en el Mediterráneo occidental. Jornadas internacionales sobre el tejo y las tejedas en el Mediterráneo occidental: 141-152. Generalitat Valenciana, Conselleria de Territori i Habitatge. Valencia.
- García-Martí, X. & Ferrer, P. 2013. La creación de núcleos de dispersión – reclamo como modelo de restauración ecológica forestal. Avances en la restauración de sistemas forestales. Técnicas de implantación (Martínez-Ruiz, C., Lario, F. J. & Fernández-Santos, B, (eds.). SECF-AEET. Madrid. España: 149-159.
- García-Martí, X., Ferrer P., Ferrando, I., Oltra, J. E. & Laguna, E. 2015. Conservación directa del hábitat prioritario 9580 (bosques de *Taxus baccata*) en la red Natura 2000 de la Comunidad Valenciana. In: Caritat, A. (ed.). Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de les tejedas en los sistemas forestales mediterráneos: 179-185. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Solsona.
- Genova, M. 1998. Estudio de los anillos de crecimiento y su relación con las variables meteorológicas en el pinar de Lillo. León. *Ecología* 12: 237-250.

- Giertich, P. 2000. Factors determining natural regeneration of Yew (*Taxus baccata* L.) in the Kórnik Arboretum. *Dendrobiology* 45: 31-40.
- Godoy, J. A. & Jordano, P. 2001. Seed dispersal by animals: exact identification of source trees with endocarp DNA microsatellites. *Mol. Ecol.* 10 (9): 2275–2283. <http://dx.doi.org/10.1046/j.0962-1083.2001.01342.x>
- Gómez, M. A., Mayoral, O. 2003. El tejo en la Comunidad Valenciana. *Quercus* 209: 28-33.
- González de Dios, F. 2015. El tejo en internet. El ecoturismo amenaza numerosas poblaciones de tejos silvestres. In: Caritat, A. (ed.). *Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de les tejedas en los sistemas forestales mediterráneos*: 171-176. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Solsona.
- González-Martínez, S. C., Dubreuil, M., Riba, M., Vendramin, G. G., Sebastiani, F. & Mayol, M. 2010. Spatial genètic structure of *Taxus baccata* L. in the western Mediterranean Basin: past and present límits to gene moviment over a broad geographic scale. *Mol. Phylogenet. Evol.* 55: 805-815.
- González-Varo, J. P., Arroyo, J. M. & Jordano, P. 2014. Who dispersed the seeds? The use of DNA barcoding in frugivory and seed dispersal studies. *Methods Ecol. Evol.* 5 (8): 806-814. <http://dx.doi.org/10.1111/2041-210X.12212>
- Graham, R. T., McCaffrey, S. & Jain, T. B. 2004. Science basis for changing forest structure to modify wildfire behavior and severity. General Technical Report (RMRS-120). USDA Forest Service. Fort Collins, CO.
- Grubb, P. J. 1977. The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biol. Rev.* 52: 107-145. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-185X.1977.tb01347.x>
- Guerrero, B., Castillo, J., Aguilar, M. I. & Delgado, G. 2000. 5 α , 7 β , 9 α , 10 β , 13 α -pentaacetoxy-4(20), Taxadieno (7 β -acetoxy-Taxusin) and Other Constituents from the Bark of the Mexican Yew, *Taxus globosa* (Taxaceae). *Revista de la Sociedad Química de México* 44 (2): 148-150.
- Guixé, D., Ríos, A. & Camprodon, J. 2015. Richness and abundance of predators and dispersers of seeds of yew in Catalonia. In Caritat, A. (ed.). *Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de les tejedas en los sistemas forestales mediterráneos*: 199-207. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.
- Hageneder, F. 2011. *Yew, a history*. The History Press. Segona edició. Stroud.
- Hageneder, F. 2015. Yew and 'I': Impact of a tree species on the evolution of human consciousness. In Caritat, A. (ed.). *Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de les tejedas en los sistemas forestales mediterráneos*: 199-207. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.
- Hamidouche-Sim, C., Bouhamed, A., Vesella, F., Krouchi, F. & Areski, D. 2014. Geographic distribution and morphological variation of *Taxus baccata* in Algeria. *Der Eibenfr.* 20: 39-53.
- Hampe, A. & Jump, A. S. 2011. Climate relicts: past, present, future. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 42: 313–333.
- Hao, D., Xiao, P., Huang, B., Ge, G. & Yang, L. 2008. Inter specific relationships and origins of *Taxaceae* and *Cephalotaxaceae* revealed by partitioned Bayesian analyses of chloroplast and nuclear DNA sequences. *Plant Syst. Evol.* 276: 89–104.

- Hartzell, H. 1991. The Yew Tree. A Thousand Whispers. Hulogosi. Eugene. Oregon.
- Herrera, C. M. 1998. Long-term dynamics of Mediterranean frugivorous birds and fleshy fruits: A 12-year study. *Ecol. Monogr.* 68: 511-538. <http://dx.doi.org/10.2307/2657152>
- Hilfiker, K., Gugerli, F., Schütz, J. P., Rotach, P. & Holderegger, R. 2004 (a). Low RAPD variation and female biased sex-ratio indicate genetic drift in small populations of the dioecious conifer *Taxus baccata* in Switzerland. *Conserv. Genet.* 5: 357-365. <http://dx.doi.org/10.1023/B:COGE.0000031144.95293.1b>
- Hilfiker, K., Holderegger, R., Rotach, P. & Gugerli, F. 2004 (b). Dynamics of genetic variation in *Taxus baccata*: local versus regional perspectives. *Can. J. Botany* 82: 219-227. <http://dx.doi.org/10.1139/b03-136>
- Hosseini Tafreshi, S. A., Shariati, M., Reza Mofid M. & Khayam Nekui M. 2011. Rapid germination and development of *Taxus baccata* L. by in vitro embryo culture and hydroponic growth of seedlings. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant* 47: 561-568.
- Howe, H. F. & Smallwood, J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 13: 201-228. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.es.13.110182.001221>
- Hulme, P. E. 1996. Natural regeneration of yew (*Taxus baccata* L.): microsite, seed or herbivore limitation? *Journal of Ecology* 84: 853-861.
- Hulme, P. E. & Borelli, T. 1996. Variability in post-dispersal seed predation in deciduous woodland: relative importance of location, seed species, burial and density. *Plant Ecology* 145: 149-156.
- Hulme, P. E. 1997. Post-dispersal seed predation and the establishment of vertebrate dispersed plants in Mediterranean scrublands *Oecologia* 111: 91-98.
- Iglesias, M. I., Sáinz, M., Soto, J., Vilariño, A. & Cabezal, L. 1997. El tejo, un árbol con importantes propiedades anticancerígenas. *Quercus* 142: 31-35.
- Isern, J. 2004. El vern (*Alnus glutinosa*) al Paratge Natural d'Interès Nacional de Poblet. *Actes de les Primeres Jornades sobre el Bosc de Poblet*: 89-106.
- Iszkulo, G. 2010. Success and failure of endangered tree species: low temperatures and low light availability affect survival and growth of European yew (*Taxus baccata* L.) seedlings. *Pol. J. Ecol.* 58: 259-271.
- Iszkulo, G. 2011. Influence of biotic and abiotic factors on natural regeneration of European yew (*Taxus baccata* L.): A review. *Spanish Journal of Rural Development* 2 (2): 1-6.
- Iszkuło, G. & Boratynski, A. 2004. Interaction between canopy tree species and European yew *Taxus baccata* (Taxaceae). *Polish Journal of Ecology* 52: 523-531.
- Iszkulo, G. & Boratynski, A. 2005. Different age and spatial structure of two spontaneous subpopulations of *Taxus baccata* as a result of various intensity of colonization process. *Flora* 200: 195-206. <http://dx.doi.org/10.1016/j.flora.2004.03.001>
- Iszkulo, G. & Boratynski, A. 2006. Analysis of the relationship between photosynthetic photon flux density and natural *Taxus baccata* seedlings occurrence. *Acta Oecol* 29: 78-84. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actao.2005.08.001>
- Iszkulo, G., Boratynski, A., Didukh, Y., Romaschenko, K. & Pryazhko, N. 2005. Changes of population structure of *Taxus baccata* L. during 25 years in protected area (Carpathians, western Ukraine). *Polish Journal of Ecology* 53 (1): 13-23.
- Iszkuło, G., Didukh, Y., Giertych, M., Jasinska, A. K., Sobierajska, K. & Szmyt, J. 2012. Weak competitive ability may explain decline of *Taxus baccata*. *Ann. Forest Sci.* 69: 705-712.

- Iszkuło, G., Jasinska, A., Giertych, M. & Boratynski, A. 2009. Do secondary sexual dimorphism and female intolerance to drought influence the sex ratio and extinction risk of *Taxus baccata*? *Plant Ecol* 200: 229-240.
- Iszkulo G., Jasinska, A. K. & Sobierajska, K. 2011. Dendroecological differences between *Taxus baccata* males and females in comparison with monoecious *Abies alba*. *Dendrobiology* 65: 55-61.
- Jalas, J. & Suominen, J. 1973. Atlas Florae Europaeae. Distribution of Vascular Plants in Europe.2. Gymnospermae (Pinaceae to Ephedraceae). The Committee for Mapping the Flora of Europe and Societas Biologica Fennica Vanamo, Helsinki.
- Janzen, D. H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *Am Nat* 104: 501-524. <http://dx.doi.org/10.1086/282687>
- Jordan P. & Schupp E. W. 2000. Seed disperser effectiveness: the quantity component and patterns of seed rain for *Prunus mahaleb*. *Ecol. Monogr.* 70: 591-615.
- Jordano, P. 1993. Geographical ecology and variation of plant-seed disperser interactions: southern Spanish junipers and frugivorous thrushes. *Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects*. Springer: 85-104. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-011-1749-4_6
- Jordano, P., García, C., Godoy, J. A. & García-Castaño, J. L. 2007. Differential contribution of frugivores to complex seed dispersal patterns. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 104 (9): 3278-3282. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0606793104>
- Josa, E. & Salat, X. 2001. Flora del Paratge Natural d'Interès Nacional de la all del Monestir de Poblet.
- Kassioumis, K., Papageorgiou, K., Glezakos, T. & Vogiatzakis, I. N. 2004. Distribution and stand structure of *Taxus baccata* populations in Greece; Results of the first national inventory. *Ecologia Medit.* 30: 159-170.
- Katsavou, I. & Ganatsas, P. 2012. Ecology and conservation status of *Taxus baccata* population in NE Chalkidiki, northern Greece. *Dendrobiology* 68: 55-62.
- Kaya, Z. & Raynal, D. J.. 2001. Biodiversity and conservation of Turkish forests. *Biological Conservation* 97: 131-141.
- Khatamian, H. & Lumis, G. P. 1982. Influence of shade, media and fertility on growth of *Taxus*. *J. Arboric.* 8 (9): 247-249.
- Koutsodendris, A., Müller, U. C., Pross, J., Brauer, A., Kotthoff, U. & Lotter, A. F. 2010. Vegetation Dynamics and climate variability during the Holsteinian interglacial based on a pollen record from Dethlingen (northern Germany). *Quaternary Science Reviews* 29: 3298-3307.
- Krüssmann, G. 1985. Manual of cultivated conifers. Timber press. Canada.
- Laguna E. & Gamisans J. 2007. Situación actual del tejo en Córcega. In Serra, L. (ed.). *El tejo en el Mediterráneo occidental. Jornadas internacionales sobre el tejo y las tejedas en el Mediterráneo occidental*: 185-194. Generalitat Valenciana, Conselleria de Territori i Habitatge. Valencia.
- Lavabre, J. E. 2008. Seed dispersal in an endangered tree (*Taxus baccata* L.): how variation in frugivore assemblages modulates spatial patterns of the seed shadows. Tesis de D.E.A. Universidad de Sevilla.
- Lavabre, J. E. & García, D. 2015. Geographic consistency in the seed dispersal patterns of *Taxus baccata* L. in the Iberian Peninsula. *Forest Systems* 24(3): e040. <http://dx.doi.org/10.5424/fs/2015243-07462>

- Legha, S. S., Ring, S., Papadopoulos, N., Raber, M. & Benjamin, R. S. 1990. A phase II trial of Taxol in metastatic melanoma. *Cancer* 65: 2478.
- Le Houérou, H. N. 1990. Global change: vegetation, ecosystems and land use in the southern mediterranean basin by the mid twenty-first century. *Israel J. Bot.* 39: 481-508.
- Lence, C., Molina, A. & Acedo, C. 2011. Análisis del comportamiento fitosociológico del tejo (*Taxus baccata* L.) en el noroeste de la Península Ibérica. *Spanish Journal of Rural Development*: 7-22.
- Lence, C., Molina, A., Acedo, C., Pérez, N. & Font, X. 2010. Análisis del comportamiento fitosociológico de *Taxus baccata* en la Península Ibérica. IX Coloquio de Botánico Pirenaico-Cantabrica. Ordino.
- Levin, S. A, Muller-Landau, H. C., Nathan, R. & Chave, J. 2003. The ecology and evolution of seed dispersal: a theoretical perspective. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* 34: 575-604.
- Lewandowski, A., Burczyk, L. & Mejnartowicz, L. 1995. Genetic structure of English yew (*Taxus baccata* L.) in the Wierzchlas Reserve: implications for genetic conservation. *Forest Ecology and Management* 73: 221-227.
- Linares, J. C. 2013. Shifting limiting factors for population Dynamics and conservation status of the endangered English yew (*Taxus baccata* L., Taxaceae). *Forest Ecology and management* 291: 119-127.
- Llop, E. 2015. Lichen diversity in Yew forests from Montseny. In Caritat, A. (ed.). *Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de les tejedas en los sistemas forestales mediterráneos*: 57-61. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.
- Lloret, F., Peñuelas, J. & Ogaya, R. 2004. Establishment of co-existing Mediterranean tree species under a varying soil moisture regime. *J. Veg. Sci.* 15: 237-244. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1654-1103.2004.tb02258.x>
- Llovet, J. & Vallejo, V. R. 2011. Foc, pluges i resposta hidrològica del sòl a les muntanyes d'Alacant. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia* 71-72: 35-47.
- Loarie, S. R., Duffy, P. B., Hamilton, H, Asner, G. P., Field, C. B. & Ackerly, D. D. 2009. The velocity of climate change. *Nature* 462: 1052-1055.
- Magri, D., Vendramin, G. G., Comps, B., Dupanloup, I., Geburek, T., Gömöry, D., Latałowa, M., Litt, T., Paule, L., Roure, J. M., Tantau, I., Van der Knaap, W. O., Petit, R. J. & de Beaulieu, J. L. 2006. A new scenario for the Quaternary history of European beech populations: palaeobotanical evidence and genètic consequences. *New Phytol.* 171: 199-221.
- Martí, R. & Del Moral, J. C. 2003. *Atlas de las Aves reproductoras de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza MIMAM - Sociedad Española de Ornitología. Madrid. Spain.
- Martínez, D. & García, D. 2015. Disentangling habitat use by frugivorous birds: Constant interactive effect between forest cover and fruit availability. *Basic Appl. Ecol.* 16: 460-468. <http://dx.doi.org/10.1016/j.baae.2015.04.012>
- Martínez, E. & Gutiérrez, E. 2015. Efecto del clima en el abetal de Passavents. Parque Natural del Montseny. Barcelona. In Caritat, A. (ed.). *Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de les tejedas en los sistemas forestales mediterráneos*: 51-55. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.

- Martínez, I., García D. & Obeso J. R. 2008. Differential seed dispersal patterns generated by a common assemblage of vertebrate frugivores in three fleshy-fruited trees. *Ecoscience* 15: 189-199.
- Masalles, R. M. 1983. Flora i vegetació de la Conca de Barberà. Institut d'Estudis Catalans. Arxiu de la Secció de Ciències 68. Barcelona.
- Masclans, F. & Batalla, E. 1964, 1966, 1972. Flora de los montes de Prades. *Col. Bot.* VI (3). 485-533. VI(4). 609-695. VIII: 139-276. Barcelona.
- Matías, L., Mendoza, I. & Zamora, R. 2009. Consistent pattern of habitat and species selection by post-dispersal seed predators in a Mediterranean mosaic landscape. *Plant Ecol* 203 (1): 137-147. <http://dx.doi.org/10.1007/s11258-008-9518-7>
- Mayol, M., Riba, M., González-Martínez, M. C., Bagnoli, F., Beaulieu, J. L. Berganzo, E., Burgarella, C., Dubreuil, M., Krajmerová, D., Paule, L., Romsaková, I., Vettori, C., Vincenot, L. & Vendramin, G. G. 2015 Adapting through glacial cycles: insights from along-lived tree (*Taxus baccata*). *New Phytologist*. Doi. 10.1111/nph.13496.
- Mcgeeney, A. 2015. The Yew in early cultures of the British Isles. In Caritat, A. (ed.). *Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de les tejedas en los sistemas forestales mediterráneos: 281-288. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.*
- Medrano, L. M. 2007. Estado actual de la investigación sobre *Taxus baccata* L. en La Rioja. In Serra, L. (ed.). *El tejo en el Mediterráneo occidental. Jornadas internacionales sobre el tejo y las tejedas en el Mediterráneo occidental: 83-88. Generalitat Valenciana, Conselleria de Territori i Habitatge. Valencia.*
- Melzack, R. N. & Watts, D. 1982. Variations in seed weight, germination, and seedling vigour in the yew (*Taxus baccata* L.) in England. *J. Biogeogr.* 9: 55-63. <http://dx.doi.org/10.2307/2844730>
- Mercuri M., Torri, P., Casini, E. & Olmi, L. 2013. Climate warming and the decline of *Taxus* airborne pollen in urban pollen rain (Emilia Romagna, northern Italy). *Plant Biol.* 15 (Suppl. 1): 70-82. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1438-8677.2012.00624.x>
- Mesanza, N., Iturrutxa, E. & Patten, C. L. 2016. Native rhizobacteria as biocontrol agents of *Heterobasidion annosum* s.s. and *Armillaria mellea* infection of *Pinus radiata*. *Biological Control* 101: 8-16.
- Meuret, M. & Agreil, C. 2006. Des broussailles au menu. Plaquette INRA-Sad Avignon.
- Meyer, F. D. 1997-1998. Pointer years analysis in dendrochronology: a comparison of methods. *Dendrochronologia* 16-17: 193-204.
- MIMAM. 1996. Segundo Inventario Forestal Nacional. Ministerio de Medio Ambiente (Dir. Gen. de Conservación de la Naturaleza). Madrid. Spain.
- Miñambres, L. 2004. Bases ecológicas para un plan de gestión de las tejedas e Navarra. Proyecto final de carrera. UdL.
- Mirzapioazova, T., Kolosova, I. A., Moreno, L., Sammani, S., García, J. G. & Verin, A. D. 2007. Suppression of endotoxin-induced inflammation by taxol. *Eur. Respir. J.* 30: 429-435. <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.00154206>
- Moir, A. K., 1999. The dendrochronological potential of modern yew (*Taxus baccata*) with special reference to yew from Hampton Court Palace. *UK. New Phytol.* 144: 479-488. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1469-8137.1999.00545.x>

- Montserrat, P & Fillat F. 1994. The systems of grassland management in Spain. Brey Meyer A. ed. Managed grasslands. Elsevier, B.V. Amsterdam.
- Morales, J. M., García, D., Martínez, D., Rodríguez-Pérez, J. & Herrera, J. M. 2013. Frugivore behavioural details matter for seed dispersal: a multi-species model for Cantabrian thrushes and trees. *PLoS One* 8 (6): e65216. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0065216>
- Moro, R. 1988. Guía de los árboles de España. Ed. Omega. Barcelona.
- Müller, U. C., Pross, J. & Bibus, E. 2003. Vegetation response to rapid climate change in Central Europe during the past 140,000yr based on evidence from the Füramoos pollen record. *Quaternary Research* 59: 235-245.
- Muñoz-Gutiérrez, L., Vargas-Hernández, J. J., López-Upton J. & Soto-Hernández, M. 2009. Effect of cutting age and substrate temperature on rooting of *Taxus globosa*. *New Forest* 38: 187-196. <http://dx.doi.org/10.1007/s11056-009-9139-6>
- Myking, T., Vakkari, P. & Skrøppa, T. 2009. Genetic variation in northern marginal *Taxus baccata* L. populations. Implications for conservation. *Forestry* 82: 529-539. <http://dx.doi.org/10.1093/forestry/cpp022>
- Navarro, R. M., Aguilera, S., Gil, M., López, J. & Pulido, A. 2008. Programa de recuperación del tejo (*Taxus baccata* L.) en las Sierra Tejeda y Almirajara (Málaga-Granada). In: 10 años de estudio sobre *Taxus baccata* (tejo) y la Sierra Tejeda, Spain: 38-52. Edit. Ceder Axarquía.
- Navia-Osorio, A., Garden, H., Cusidó, R. M., Palazón, J., Alfermann, A. W. & Pinol, M. T. 2002. Production of paclitaxel and baccatin III in a 20-L airlift bioreactor by a cell suspension of *Taxus wallichiana*. *Planta Med* 68 (4): 336-40.
- Nicolás, J. L., Benito, L. F. & Puértolas, J. 2015. Restoration of European yew (*Taxus baccata* L.) in Mediterranean mountains: importance of seedling nursery fertilization and post-planting light levels. *Forest Systems* 24(3): e041. <http://dx.doi.org/10.5424/fs/2015243-07464>
- Niinemets, Ü. & Valladares, F. 2006. Tolerance to shade, drought, and waterlogging of temperate Northern Hemisphere trees and shrubs. *Ecol. Monographs* 76: 521-547. [http://dx.doi.org/10.1890/0012-9615\(2006\)076\[0521:TTSDAW\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/0012-9615(2006)076[0521:TTSDAW]2.0.CO;2)
- Nikolakakis, A., Caron, G., Cherestes, A., Sauriol, F., Mamer, O. & Zamir, L. O. 2000. *Taxus canadensis* abundant taxane: Conversion to paclitaxel and rearrangements. *Bioorg. Med. Chem.* 8 (6): 1269-1280. [http://dx.doi.org/10.1016/S0968-0896\(00\)00056-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0968-0896(00)00056-0)
- Noryskiewicz, A. M. 2015. The history of *Taxus baccata* L. in the Wierzchlas (N Poland) on the basis on palynological research. In Caritat, A. (ed.). Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de les tejedas en los sistemas forestales mediterráneos: 41-49. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.
- Nuet, J. & Panareda, J. M. 1982. El teix (*Taxus baccata*) a dues muntanyes catalanes: Montseny i Montserrat. *Acta Grup Autònom Manresa. Institució Catalana d'Història Natural* 2: 63-73.
- Oria, J. A. 1997. Tejedas: el bosque milenario. *Biológica* 8: 52-60.
- O'Shaughnessy, J. A. & Cowan, K. H. 1994. Current status of Paclitaxel in the treatment of breast cancer. *Breast Cancer Res. Treat.* 33: 27-37. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00666068>
- Osuna, L., García-Martí, X., Ventura, E., López, J., Zamilpa, A., González, M., Herrera-Ruiz, M. & Tapia, N. 2015. *Taxus globosa* Schltdl. (Mexican yew) and *Taxus baccata* L. (European yew): intra and interspecies analysis of taxol content and biological activity according to different sources. *Forest Systems* 24 (3): e45. <http://dx.doi.org/10.5424/fs/2015243-07545>

- Palacios, C. J. 2015. The key role of large yew trees and old yew forests in biodiversity conservation. In Caritat, A. (ed.). Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de les tejedas en los sistemas forestales mediterráneos: 177-178. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.
- Paniagua, J. M. 1841. Silvicultura ó tratado de plantios y arbolados de bosque. Impremta de D. Domingo Ruiz. Logroño.
- Parsapajouh, D., Bräker O. U., Habib, H. & Schär, E. 1986. Etude dendroclimatique du bois de *Taxus baccata* du nord de l'Iran. Schweiz Z Forstwes 137 (10): 853-868.
- Pausas, J. G. 2004. Changes in fire and climate in the eastern Iberian Peninsula (Mediterranean basin). Climatic Change 63 (3): 337-350.
- Peñuelas, J., Ogaya, R., Boada, M. & Jump, A. S. 2007. Migration, invasion and decline: changes in recruitment and forest structure in a warming-linked shift of European beech forest in Catalonia (NE Spain). Ecography 30: 829-837. <http://dx.doi.org/10.1111/j.2007.0906-7590.05247.x>
- Peredo, A., Martínez, D., Rodríguez-Pérez, J., & García, D. 2013. Mammalian seed dispersal in Cantabrian woodland pastures: Network structure and response to forest loss. Basic and Applied Ecology 14: 378-386.
- Perrin, P. M., Kelly, D. L. & Mitchell, F. J. G. 2006. Long-term deer exclusion in yew wood and oak wood habitats in south west Ireland: Natural regeneration and stand Dynamics. Forest Ecology and Management 236: 356-367.
- Perrin, P. M. & Mitchell, F. J. G. 2013. Effects of shade on growth, biomass allocation and leaf morphology in European yew (*Taxus baccata* L.). Eur. J. For. Res. 132: 211-218.
- Petit, J. R., Hampe, A., Cheddadi, R. 2005. Climate changes and tree phylogeography in the Mediterranean. Taxon. 54: 877-885.
- Piñol, J., Terradas, J. & Lloret, F. 1998. Climate warming, wildfire hazard, and wildfire occurrence in coastal eastern Spain. Climatic Change. 38 (3): 345-357.
- Piovesan, G., Presutti Saba, E., Biondi, F., Alessandrini, A., Di Filippo, A. & Schirone, B. 2009. Population ecology of yew (*Taxus baccata*, L.) in the Central Apennines: spatial patterns and the irrelevance for conservation strategies. Plant Ecol. 205: 23-46.
- Piqué, M.; Castellnou, M.; Valor, T.; Pagés, J.; Larrañaga, A.; Miralles, M. & Cervera, T. 2011. Integració del risc de grans incendis forestals (GIF) en la gestió forestal: Incendis tipus i vulnerabilitat de les estructures forestals al foc de capçades. Sèrie: Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST). Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- Piqué, R., Fortó, A. & Vidal, A. 2015. El uso del tejo en el yacimiento neolítico antiguo del camp del Colomer (Andorra). In Caritat, A. (ed.). Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de les tejedas en los sistemas forestales mediterráneos. 255-260. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.
- Piqué, R., Palomo, A., Terradas, X. & Tarrús, J. 2015. Las primeras evidencias del uso del tejo en Catalunya: los objetos de madera del yacimiento neolítico de la Draga. In Caritat, A. (ed.). Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de les tejedas en los sistemas forestales mediterráneos: 273-280. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.

- Pitarch, R. 2002. Estudio de la flora y la vegetación de las sierras orientales del Sistema Ibérico: La Palomita, Las Dehesas, El Rayo y Mayabona (Teruel). Serie Investigación nº 38. Huesca: Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón.
- Planas de Martí, I. 1988. Les Muntanyes de Prades: Un model d'ordenació d'àrees marginals. Institut d'Estudis Vallencs (IEV). Valls.
- Pons, X. 1994-2006. MIRAMON V.5.2S.
- Portela-Pereira, E. 2016. Habitat 9580* Florestas mediterraneas de *Taxus baccata*. Os bosques de teixo-os teixedos, teixedelos ou texeiras- em Portugal Continental. Workshop Iberico Florestas Mediterraneas de *Taxus baccata*.
- Ramírez-Sánchez, E., López J. & García-de los Santos, G., Vargas-Hernández, J. J., Hernández-Livera, A. & Ayala-Garay, O. J. 2011. Variación morfológica de semillas de *Taxus globosa* Shlttl. provenientes de dos regiones geográficas de México. Rev Fitotecnia Mexicana 34: 93-99.
- Ramón, F., Ballesteros, S. & Vasco, F. 2015. Experiencia del servicio de información toxicológica (sit) relativa a las exposiciones tóxicas al tejo.). In Caritat, A. (ed.). Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de les tejedas en los sistemas forestales mediterráneos: 237-244. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.
- Rasmussen, K. K. 2007. Dendroecological analysis of a rare sub-canopy tree: Effects of climate, latitude, habitat conditions and forest history. Dendrochronologia 25: 3-17. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dendro.2007.01.002>
- Reverté, J. & Baques, R. 2015. Acuerdos de custodia para la conservación de las tejedas en la Sierra de Llaberia. In Caritat, A. (ed.). Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de les tejedas en los sistemas forestales mediterráneos: 149-154. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.
- Rigueiro-Rodríguez A., McAdam, J. H. & Mosquera-Losada, M. R. Agroforestry in Europe: Current Status and Future Prospects 8: 161-181. Springer-Berlag.
- Ríos, A. I., Àguila, V., Guixé, D., Camprodon, J., Caritat, A. & Casals, P. 2015. Water stress ($\delta^{13}C$) in *Taxus* trees depends on canopy cover and basal area of the neighbouring trees. In Caritat, A. (ed.). Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de les tejedas en los sistemas forestales mediterráneos: 195-198. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.
- Ríos, A. I., García-Martí, X, Guixé, D, Casals, P. & Camprodon, J. 2015. Producción de plántulas de *Taxus baccata* para refuerzo poblacional en las principales tejedas de Catalunya. In Caritat, A. (ed.). Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de les tejedas en los sistemas forestales mediterráneos: 183-197. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.
- Roca, G. 2005. Estudi de la distribució i l'estat de *Taxus baccata* L. al Parc Natural de la Serra del Montsant (Priorat). Treball pràctic tutorat. UdL.
- Rodriguez, M. A., Ramil-Rego, P., Día, R. A., Pereira-Espinel, J., Gonzalez, T. M. & Real, C. 2011. Los bosques dominados por *Taxus baccata* L. del extremo occidental de la Cordillera Cantábrica: caracterización ecológica, valor de conservación y amenazas.
- Romero, C. M. 1993. Notas florísticas de la comarca de Sanabria (Zamora). Montes 34: 41-47.

- Rothermel, R. C. 1983. How to predict the spread and intensity of forest and range fires. General Technical Report (INT-143). USDA Forest Service. Odgen. UT, p. 161.
- Ruíz de la Torre, J. & Ceballos, L. 1979. Árboles y arbustos de la España peninsular. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.
- Ruíz Pedreira, J. 1997. Miserclòs, un bosque de tejos (*Taxus baccata* L.) en a comarca de la Garrotxa (Girona). Montes 49: 41-44.
- Ruprecht, H., Dhar, A., Aigner, B., Oitzinger, G., Klumpp, R. & Vacik, H. 2010. Structural diversity of English yew (*Taxus baccata*, L.) populations. Eur. J. For. Res. 129: 189-198.
- Sabaté X., Basora X., O'Neill C., Mitchell B. 2013. Caring together for nature. Manual on land stewardship as a tool to promote social involvement with the natural environment in Europe. LandLife documents. Volume online. First edition 2013.
- Saniga, M. 2000. Structure, production and regeneration processes of English yew in the State Nature Reserve Plavno. Journal of Forest Science. 46: 76-90.
- Sanz, R., Pulido, F., Abel, D., Jiménez, L., Martín, A. M., Martín, M., Giménez, J. C. & Moreno G. 2007. Distribución y demografía de un relicto de montaña: el tejo (*Taxus baccata*) en Extremadura. In Serra, L. (ed.). El tejo en el Mediterráneo occidental. Jornadas internacionales sobre el tejo y las tejedas en el Mediterráneo occidental: 171-176. Generalitat Valenciana, Conselleria de Territori i Habitatge. Valencia.
- Sanz, R., Pulido, F. & Nogués-Bravo, D. 2009. Predicting mechanisms across scale: amplified effects of abiotic constraints on the recruitment of yew *Taxus baccata*. Ecography 32: 993-1000. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0587.2009.05627.x>
- Sanz, R. & Pulido, F. 2014. Post-dispersal seed depletion by rodents in marginal populations of yew (*Taxus baccata*): consequences at geographical and local scales. Plant Species Biology 29: 48-54. <http://dx.doi.org/10.1111/1442-1984.12030>
- SAS/STAT. 2000. User's Guide, Version 8. SAS. Institute Cary, NC.
- Schiff, P. B. & Horwitz, S. B., 1980. Taxol stabilizes microtubules in mouse fibroblasts cells. Proc. Natl. Acad. Sci. 77: 1561-1565. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.77.3.1561>
- Schirone, B., Ferreira, R. C., Vessella, F., Schirone, A., Piredda, R. & Simeone, M. C. 2010. *Taxus baccata* in the Azores: are lict format risk of imminent extinction. Biodiversity Conserv. 19: 1547-1565.
- Schupp, E. W. 1993. Quantity, quality and the effectieness of seed disersal by animals. Vegetatio 107-108: 15-29.
- Schupp, E. W., Milleron, T. & Russo, S. E. 2002. Dissemination limitation and the origin and maintenance of speciesrich tropical forests. Levey, D. J., Silva, W. R., Galetti, M., eds. Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation. Wallingford, UK CAB International: 19-33.
- Schwendtner, O. 2011. Supervivencia y crisis del tejo (*Taxus baccata* L) en el área cantàbrica. In Caritat, A. (ed). II Jornadas del Tejo en el Mediterráneo Occidental: 43-49. Delegació en la Garrotxa de la Institució Catalana de Historia Natural i Fundació Estudis Superiors d'Olot. Girona.
- Schwendtner, O., Miñambres, L. & Cárcamo, S. 2007. Problemática de conservación de las poblaciones de tejo (*Taxus baccata* L.) en Navarra. Propuesta de un Plan de gestión regional para el tejo. In Serra, L. (ed.). El tejo en el Mediterráneo occidental. Jornadas internacionales sobre el tejo y las tejedas en el Mediterráneo occidental: 171-176. Generalitat Valenciana, Conselleria de Territori i Habitatge. Valencia.

- Seidling, W. 1999. Spatial structures of a subsynchronous population of *Taxus baccata* saplings. *Flora* 194: 439-451.
- Serra, L. 2007. El tejo en el Mediterraneo Occidental. I Jornadas Internacionales sobre el tejo y las tejedas en el Mediterráneo Occidental. Generalitat Valenciana. Conselleria de Territori i Habitatge. https://jolube.files.wordpress.com/2011/11/i_jornadas_tejo_2007.pdf
- Serra, L. 2009. 9580 Bosques mediterráneos de *Taxus baccata* (*). VV. AA. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- Serra, L. & García-Martí, X. 2010. Distribución del tejo en España. II Jornadas del tejo en el Mediterraneo Occidental: 17-43. Caritat, A. (ed.). Delegació en la Garrotxa de la Institució Catalana de Historia Natural. Olot. Girona.
- Serrasolses, I., Llovet, J. & Bautista, S. 2004. Degradación y restauración de suelos forestales mediterráneos. Vallejo V. R. y Alloza, J. A. (eds.). Avances en el Estudio de la Gestión del Monte Mediterráneo. Fundación CEAM. Valencia.
- Shakesby, R. A. & Doerr, S. H. 2006. Wildfire as a hydrological and geomorphological agent. *Earth-Science Reviews* 74 (3-4): 269-307.
- Siwecki, R. 1978. Diseases and parasitic insects of the yew. The yew *Taxus baccata* L. (Translated from Polish). US Department of Agriculture Technical Translation TT 77.54047: 103-109.
- Siwecki, R. 2002. Krankheiten und parasitäre Insekten bei der Eibe. *Der Eibenfreund* 9: 103-109.
- Sobrón, I. 1984. El tejo ha pasado de ser un árbol sagrado a estar en peligro por la acción del hombre. *Quercus* 15: 20-22.
- Sobrón, I. 1985. Factores de la distribución espacial de *Taxus baccata* L. en a Rioja. *Logroño. Zubía* 3: 89-117.
- Solé, J. 2000. Inventari faunístic. Treball del Centre d'Història Natural de la Conca de Barberà. CHNCB. Montblanc.
- Soria S., del Estal, P. & Viñuela, E. 1996. *Bol. San. Veg. Plagas* 22: 241-249.
- Soto, M., Sanjurjo, M., González, M. T., Cruz, D. & Giral, F. 2000. El Tejo mexicano (*Taxus globosa* Schldl.) potencial de su aprovechamiento en Taxol. *Ciencia Ergo Sum* 7 (3): 277-279.
- Soto, M., Barrales, H. J. & Ramos-Valdivia, A. C. 2015. Incremento de la producción de taxoides mediante elicitación in vitro de células en suspensión de *Taxus globosa*. In Caritat, A. (ed.). Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de las tejedas en los sistemas forestales mediterráneos: 245-253. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.
- Spjut, R. W. 2007. A phytogeographical analysis of *Taxus* (*Taxaceae*) based on leaf anatomical characters. *J Bot Inst Teras* 1 (1): 291-332.
- Strouts, R. G. 1993. Phytophthora root disease. *Arboriculture Research Note*, 58/93/PATH.
- Suszka, B. 1985. Conditions for after-ripening and germination of seeds and for seedlings emergence of English yew (*Taxus baccata* L.). *Arbor. Kórnickie* 30: 285-338.
- Svenning, J. C. & Magard, E. 1999. Population ecology and conservation status of the last natural population of English yew *Taxus baccata* in Denmark. *Biol. Conserv.* 88: 173-182. [http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207\(98\)00106-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207(98)00106-2)
- Sykes, M. T., Prentice, I. C. & Cramer, W. 1996. A bioclimatic model for the potential distributions of north European tree species under present and future climates. *J. Biogeogr.* 23: 203-233.

- Tabbush, P. & White, J. 1996. Estimation of tree age in ancient yew woodland at Kingley Vale. *Quarterly Journal of Forestry* 90: 197-206.
- Tapia, N., Zamilpa, A., Bonfill, M., Ventura, E., Cruz-Vega D., Del Villar, A., Cruz-Sosa, F. & Osuna, L. 2013. Effect of the culture medium and biotic stimulation on taxane production in *Taxus globosa* Schlttdl. in vitro cultures. *Act. Physiol. Plant.* 35 (12): 3447-3455. <http://dx.doi.org/10.1007/s11738-013-1380-0>
- Taüll, M. & Baiges, T. 2016. Tipologia de pastures de les principals formacions arbrades de Catalunya. Generalitat de Catalunya. Departament d'agricultura ramaderia, Pesca i Alimentació. Centre de la Propietat Forestal.
- Taüll, M., Vives, A. & Casals, P. 2011. Efecto del pastoreo de cabras sobre la estructura del sotobosque de un encinar. *Cuaderno de la Sociedad Española de las Ciencias Forestales* 33: 59-64.
- Taüll M., Vives A., Simon, N., Miró, M. & Casals, P. 2011. Efecto del pastoreo de ovejas sobre el estrato herbáceo en franjas de protección para incendios forestales. *Cuadernos de la Sociedad Española de las Ciencias Forestales* 33: 53-57.
- Tellería, J. L., Carrascal, L. M. & Santos, T. 2014. Species abundance and migratory status affects large-scale fruit tracking in thrushes (*Turdus* spp.). *J. Ornithol.* 155 (1): 157-164. <http://dx.doi.org/10.1007/s10336-013-0997-5>
- Thomas, P. A. 2011. Response of *Taxus baccata* to environmental factors. II Jornades sobre el teix a la Mediterrània occidental. *Annals de la Delegació de La Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural* 4: 5-10.
- Thomas, P. A. 2014. *Trees: their natural history* (2nd ed). Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Thomas, P. A. 2015. European yews and climate change. In Caritat, A. (ed.). *Actas de las IV Jornadas Internacionales del Tejo. Gestión, conservación y cultura de les tejedas en los sistemas forestales mediterráneos*: 13-18. Monestir de Poblet 23-25 de octubre de 2014. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona.
- Thomas, P. A. & Garcia-Martí, X. 2015. Response of European yews to climate change: a review. *Forest Systems* 24 (3): eR01.11.
- Thomas, P. A. & Polwart, A. 2003. Biological flora of the British Isles. *Taxus baccata* L. *J. Ecol.* 91: 489-524. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2745.2003.00783.x>
- Tittensor, R. M. 1980. Ecological history of yew *Taxus baccata* L. in southern England. *Biol. Conserv.* 17: 243-265. [http://dx.doi.org/10.1016/0006-3207\(80\)90026-9](http://dx.doi.org/10.1016/0006-3207(80)90026-9)
- USDA. 2006. Burned area emergency response treatments catalog. United States Department of Agriculture, Forest Service. National Technology & Development Program. Watershed, Soil, Air Management. 0625 1801 – SdTDC.
- Van Rozendaal, E., Lelyveld, G. P. & Van Beek, T. A. 2000. Screening of the needles of different yew species and cultivars for paclitaxel and related taxodis. *Phytochemistry* 53: 383-389. [http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9422\(99\)00094-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9422(99)00094-1)
- Vaquero de la Cruz, J. & Iglesias Sauce, S. 2007. Conservación del tejo (*Taxus baccata* L.) en España. In Serra, L (ed.). *El tejo en el Mediterráneo occidental. Jornadas internacionales sobre el tejo y las tejedas en el Mediterráneo occidental*: 171-176. Generalitat Valenciana, Conselleria de Territori i Habitatge. Valencia.
- Vegh, I. 1987. *Champignons des arbres et arbustes d'ornement*. INRA. París.

- Vericat, P., Piqué, M., Beltrán, M. & Cervera, T. 2011. Models de gestió per als boscos d'alzina (*Quercus ilex* subsp. *ilex*) i carrasca (*Quercus ilex* subsp. *ballota*): producció de fusta i prevenció d'incendis forestals. Sèrie: Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (OR-GEST). Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya. Barcelona.
- Vidal, A. 2006. Distribució i estudi poblacional del teix (*Taxus baccata* L.) al Paratge Natural d'Interès Nacional de Poblet i a les reserves naturals parcials del Titllar i la Trinitat. Treball final de carrera. Universitat de Lleida, Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària. Departament d'Hortofruccultura, Botànica i Jardineria. Lleida.
- Viñas, P. 2004. Estudi del creixement vegetatiu i biologia floral del teix (*Taxus accata* L.) al barrenc del Titllar. Treball pràctic tutorat. UdL.
- Vives, A. 2006. Distribución y estudio poblacional del tejo (*Taxus baccata* L.) al Paratge Natural d'Interès Nacional de Poblet y las Reservas Naturals Parciales del Titllar y la Trinitat. Proyecto final de carrera. Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos. Universitat de Lleida. Lleida.
- Voliotis, D. 1986. Historical and environmental significance of the yew (*Taxus baccata* L.). Israel J. Bot. 35: 47-52.
- Williamson, R. 1978. The great yew forest – the natural history of Kingley Vale. Macmillan. London. UK.
- Young, A., Boyle, T., Brown, T. 1996. The population genètic consequences of habitat fragmentation for plants. Trends Ecol. Evol. 11: 413-418.
- Zavala-Chávez, F. 2002. Análisis demográfico preliminar de *Taxus globosa* Schldl. en el Parque Nacional El Chico. Hidalgo. México. II: Población de juveniles y algunos datos de semillas. Ciencia Ergo Sum 9 (2): 177-183.

