



LA SEMILLA DEL TEJO: HISTORIA DE UNA DIÁSPORA. DEL ÁMBITO GENERAL AL CASO PARTICULAR DE LAS TEJEDAS DEL SIL

Xavier García Martí y Luz Valbuena Relea

El tejo (*Taxus baccata* L.) es un árbol dioico, que en el mundo de las plantas se suele asociar a especies primitivas; sólo un 6% de las especies en la flora mundial son dioicas en la actualidad. Las flores son unisexuales, pequeñas verdosas y solitarias; las masculinas de forma globosa y las femeninas con una escama estéril o varias imbricadas. A pesar de ser un árbol dioico, resulta relativamente frecuente observar pies con flores masculinas y femeninas en el mismo individuo. Pridnya (1984) localizó árboles bisexuales en tejedas del Cáucaso (un 1%); en una atípica tejeda adhesada en las montañas interiores de Cerdeña, una buena parte de sus pies contienen flores de ambos géneros, y en bosques húngaros, parte de los ejemplares caracterizados cambiaron posteriormente de sexo en un escaso periodo de tiempo (Frank, 2003 *in* Hageneder, 2007).

Algunos autores consideran la dioicidad o separación de sexos en distintos individuos una desventaja frente a plantas monoicas que se suponen más evolucionadas (Iszkulo, 2011). En el caso del tejo, esta desventaja es importante, ya que el propio aislamiento entre los individuos de diferentes sexos de un rodal puede provocar una merma considerable o incluso la pérdida total de eficacia en la polinización, en la producción de semillas y en la consiguiente existencia de futuras generaciones; lo cual se aprecia, sobre todo, en núcleos reducidos, pies aislados y zonas perturbadas o con clima restrictivo (García-Martí, 2006); por el contrario, cuando en las tejedas hay un gran número de individuos y ratio de sexos proporcionado suelen exhibir grandes producciones de frutos. Investigaciones realizadas por Smal y Farley (1980) en la tejeda irlandesa de Reenadina, una de las más extensas masas puras de tejo en Europa, estimaron producciones de 2'6 a 6'2 millones de semilla/ha (de 96'4 a 308'8 Kg/ha) lo que corresponde a un total de contenido energético de 0.6 a 1.6 millones de calorías respectivamente. Esto puede explicar la gran afluencia de fauna que aprovecha de manera directa o indirecta el reclamo alimentario que proporcionan las formaciones donde el tejo está presente.

POLINIZACIÓN Y FECUNDACIÓN

El grano de polen de *T. baccata* tiene el mayor tamaño de todas las gimnospermas pero también es de los más ligeros (Thomas y Polwart, 2003). La polinización en el tejo es anemófila y ocurre de febrero a marzo siendo de las más tempranas junto a la de avellanos, sauces y olmas. Cuando el polen llega a la flor femenina en condiciones óptimas es atrapado por una gota micropilar incolora que será posteriormente reabsorbida por la nucela y dirigida hacia el óvulo (Ruguzov y Sklonnaya, 1992). La fecundación se completa a las 6/8 semanas (Hejnowicz, 1978) y empieza a formarse el primordio seminal y la parte carnosa o falso fruto que lo envuelve. La madurez va normalmente de septiembre a mitad de noviembre, aunque se han visto árboles con frutos ya maduros a mediados de julio.



Detalle de flor femenina con gota micropilar que permite la adherencia de los granos de polen

PREDACIÓN Y DISPERSIÓN

El pseudofruto está formado por una semilla contenida en el interior de un arilo, que es un disco carnoso que se abre en la parte superior, de color verde en las primeras etapas, pasa a rojo en la madurez. Posee un alto contenido en agua (80%), así como, carbohidratos, proteínas y fibra (Herrera, 1987) pero menor cantidad de lípidos que otras drupas y bayas. Es la única parte del tejo que no es venenosa para el ser humano. Precisamente algunos autores afirman que su falta de toxicidad es un mecanismo coevolutivo para asegurar que la semilla sea dispersada por multitud de animales. En este sentido, la alta riqueza en azúcares hace que su pulpa sea una de las favoritas para muchas aves migratorias con necesidad de hidratos con los que resistir sus largos vuelos otoñales. A diferencia de otros frutos testados, el arilo no contiene glicósidos cianógenos como, por ejemplo, las bayas del acebo (*Ilex aquifolium*), el espino albar (*Crataegus monogyna*) o el serbal de los cazadores (*Sorbus aucuparia*) que inducen a dejar de ser consumidos por la fauna diseminadora tras la ingesta de una determinada cantidad debido a su toxicidad. El veneno en las partes frescas de estos árboles se explica a menudo como una adaptación o estrategia para prevenir a pájaros y otros diseminadores a no consumir demasiadas semillas a la vez asegurando de este modo una dispersión más sostenida en el tiempo (Sorensen, 2004). Así, los pájaros frugívoros son los principales dispersantes de las semillas de tejo, unos de sus más íntimos aliados (Bartkowiak, 1978). Las aves frugívoras pueden llegar a consumir el 94 % del global de la producción (Thomas y Polwart, 2003). Los túrdidos son ampliamente conocidos por su facultad diseminadora aunque no los únicos. El consumo de frutos por visita observado oscila entre 6 a 10 unidades dependiendo de la especie. Se encontraron 23 semillas en un regurgitado de zorzal común (*Turdus Philomelos*), también se han encontrado en arrendajos (*Garrulus glandarius*) y estorninos (*Sturnus sp*); Watts (1926), registró visitas de 1'3 a 0'6 minutos para este último en una tejeda británica. Otros túrdidos como el zorzal charlo (*T. viscivorus*) el zorzal alirrojo (*T. iliacus*) o los petirrojos (*Erithacus rubecula*) instalan sus cuarteles de invierno en muchas zonas de la península

con teixadales, conformando una de las grandes redes de interacción mutualista con un gran elenco de plantas de fruto carnoso asociadas a este tipo de hábitat (Hulme, 1996). En los Ancares leoneses, se encontró que el zorzal alirrojo fue el frugívoro que más visitó el acebo (60 % de visitas), en un estudio realizado por investigadores durante 16 años (Gutián, 1983). Resulta frecuente también en los bosques caducifolios la presencia del trepador azul (*Sitta europaea*), que oculta semillas de tejo en las grietas del tronco de este y otros árboles que incluso llegan a germinar. Por otro lado, los frugívoros territoriales y residentes en zonas más cálidas, como el mirlo (*T. merula*), el colirrojo tizón (*Phoenicurus ochruros*) o la curruca cabecinegra (*Sylvia melanocephala*) consumen arilos con frecuencia. Algunas aves de pequeño tamaño lo hacen incluso de manera parcial, porque son suficientemente blandos como para poder picotearlos, pero muy grandes para su tamaño de apertura de pico y comisuras inferiores para consumir enteros (Herrera, 2004). En los ejemplos vistos anteriormente, el consumo y la posterior dispersión va asociada a una interacción mutualista positiva para animal y planta; pero también existen otros pájaros depredadores de éstas que impiden su posterior germinación como son el verderol (*Carduelis chloris*), el pico gordo (*Coccothraustes coccothraustes*), el carbonero común (*Parus major*), el pico picapinos (*Dendrocopos major*) o el pinzón vulgar (*Fringilla coelebs*) al cual se le ha visto recoger los fragmentos dejados por el verderol (Hageneder, 2007).



Ejemplar hembra de mirlo (*T. merula*) a punto de engullir un fruto de tejo. (Foto: Ch. Redgate)

Sin embargo, no son los pájaros sus únicos consumidores o diseminadores. *T. baccata* es una especie de amplia distribución que, en un gradiente norte – sur, se extiende desde las costas noruegas y suecas, a los fríos bosques continentales centroeuropeos llegando hasta el sur mediterráneo y las cordilleras norteafricanas occidentales. Así, el tejo es ramoneado en áreas cercanas al círculo polar por renos (*Rangifer tarandus*), aunque sus frutos también son consumidos en su límite meridional de distribución por macacos de berbería (*Macaca sylvanus*) en el Medio Atlas (Mehlman, 1988) y, probablemente también, en las últimas tejadas del Riff marroquí y del macizo de los Aures en Argelia. En la Península Ibérica, es fácil observar gran cantidad de semillas de esta especie en los excrementos de zorros (*Vulpes vulpes*), jabalíes (*Sus scrofa*), garduñas (*Martes foina*), comadreas (*Mustela nivalis*), tejones (*Meles meles*) y otros mustélidos que contribuyen a facilitar una, quizás minusvalorada, cantidad de nuevos reclutas de tejo en los bosques mediterráneos y atlánticos. Algunas de estas especies de mamíferos poseen incluso la facultad de comportarse como diseminadores a media y larga

distancia, hecho de gran importancia para la consolidación de nuevos núcleos de tejo alejados de los árboles progenitores. Se ha registrado el consumo de arilos de *T. baccata* y *T. brevifolia* por parte de diferentes especies de osos centroeuropeos y americanos respectivamente. Cabe preguntarse si los osos cantábricos de los altos valles de Laciana y Piedrafita acuden en otoño a alguna de sus longevas tejadas, en busca de ejemplares femeninos con una ingente cantidad de frutos, al igual que lo hacen con mostajos (*Sorbus aria*), robles (*Quercus* sp), etc, y si se podrían incluir dentro de los dispersores de esta especie en dicha zona.

Así mismo, existen roedores depredadores de semillas que se alimentan de las sustancias nutricias del interior de éstas (endospermo) prefiriendo las de tejo a las de otras especies asociadas al hábitat pero con cubiertas más leñosas y gruesas que les resultan energéticamente menos rentables como las de espinos y acebos (García et al., 2000). Así, liebres (*Lepus* sp.) y conejos (*Oryctolagus* sp) pero fundamentalmente, lirones caretos (*Eliomys quercinus*), ardillas (*Sciurus* sp.) y ratones silvestres (*Apodemus* sp.), depredan altos porcentajes de semillas del suelo (Hulme, 1996; Hageneder, 2007) y también de ramas con frutos accesibles, sobre todo en invierno. En estas colectas, sin embargo, esconden grupos de semillas en una decena o más, que a veces olvidan otorgándoles una nueva opción de germinar en sitios aptos.

Aunque de predicción lógica, uno de los casos no documentados más curiosos que se han detectado es el de hormigas alimentándose de arilos, dejando a la semilla libre del envoltorio carnoso.

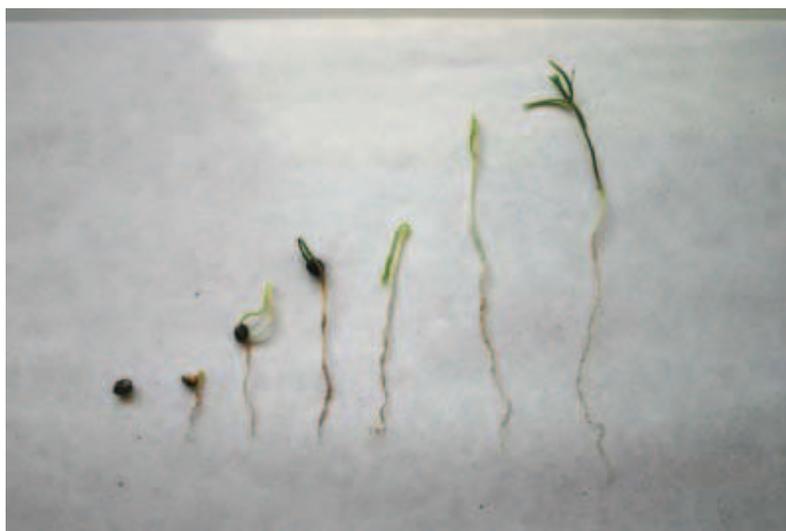


Detalle de hormigas alimentándose del arilo y liberando a la semilla incluso en el propio árbol.

GERMINACIÓN

La semilla es ovalada con un tamaño aproximado de 6 -7 mm. Posee una cubierta leñosa dura que actúa como una resistencia mecánica al intercambio de agua y aire entre el interior y el exterior. En general la semilla del tejo presenta viabilidades muy altas, incluso en tejos multicentenarios como los de San Cristobal y Villarubín (El Bierzo), se encontraron, en el año 2011, mediante un análisis de viabilidad en laboratorio con el test colorimétrico del tetrazolio, porcentajes de viabilidad del 78 % y el 90 % respectivamente. No obstante, el embrión aún inmaduro mucho tiempo después de la diáspora

de la semilla, presenta un complejo sistema de latencia donde diversos compuestos químicos como el ácido abscísico presente en las fases iniciales, inhiben la germinación (Finkelstein, 2004) hasta la segunda, tercera o incluso cuarta primavera en el medio natural. También la degradación de la pulpa puede retardar la germinación debido a procesos fermentativos contraproducentes. De ahí la importancia del paso de los frutos por el tracto digestivo de algunos animales para, además de separar de inmediato la parte carnosa, acelerar mediante la acción de los jugos gástricos la erosión de la cubierta externa de la semilla, mitigar la latencia morfológica e inducir a la germinación. En el caso de la producción de planta en vivero o laboratorio, se recurre a la escarificación mecánica o química de la semilla para conseguir efectos similares además del uso de fitohormonas (giberelinas o citokininas) con acción opuesta a las sustancias inhibitorias con el fin de acortar los procesos de latencia fisiológica. La semilla, al madurar, cambia a un color más oscuro; en el proceso de germinación, el embrión y endospermo absorben agua y engrosan de manera considerable. Finalmente, se abre la cubierta en dos valvas al tiempo que comienza la emisión de la radícula. Cuando se produce la emergencia, las bandas estomáticas se encuentran en la parte superior de los cotiledones hecho que cambiará cuando aparezcan las hojas verdaderas. La temperatura óptima de germinación máxima es de 13 ° a 16 ° C. y en los bosques del Sil ocurre durante los meses de abril hasta mediados de mayo.



Primeras fases de germinación y desarrollo de una plántula de tejo.

Según lo expuesto en líneas anteriores, para que la semilla del tejo llegue a buen recaudo en el medio natural, resulta de gran importancia la colaboración de fauna implicada en procesos de interacción mutualista positiva. Pero el éxito en el reclutamiento de nuevas plántulas tras los procesos de dispersión recae en el establecimiento definitivo de la semilla y la posterior supervivencia en los primeros años tras la germinación. Es, en esta época, cuando se producen las tasas de mortalidad más elevadas. Existe por tanto la necesidad de una eficacia postdispersiva. Además de la depredación de la semilla por roedores una vez diseminada, otra causa limitante común en la regeneración es la incidencia de condiciones abióticas desfavorables como son el exceso o defecto de humedad en el suelo o la falta de luz necesaria para medrar bajo el dosel arbóreo. Es fácil detectar altos índices de mortalidad de renuevos de tejo de 1 a 3 savias e incluso de ejemplares adultos, en bosques atlánticos europeos bajo la sombra excesiva de especies con dominancia agresiva como el haya (*Fagus sylvatica*)

que forma, en estaciones óptimas, doseles cerrados, monoespecíficos y pobres en especies. En este sentido, el hombre ha potenciado, mediante una silvicultura orientada a fines meramente productivistas, la expansión de masas puras de haya en muchas áreas de la cornisa cantábrica (Schwendtner, 2008) en detrimento de otras formaciones mixtas que permiten mayor entrada de radiación solar y ejercen a su vez un efecto facilitador o protector (sobre todo durante épocas desfavorables), posibilitando el recambio y la estabilización del regenerado. En el caso de la cuenca del Sil son los pujantes bosques mixtos de robles, algunos encinares méxicos e incluso formaciones subriparias de arroyos de alta montaña, los que albergan incipientes núcleos de tejos en la actualidad debido a sus condiciones óptimas como hábitat potencial tras mitigarse en las últimas décadas la presión ejercida por actividades humanas.



Nascencia múltiple de plántulas procedentes del excremento de un pequeño mamífero. Llama la atención el gran éxito en la germinación de las semillas tras haber pasado por el tránsito digestivo del animal dispersor. El ambiente donde se desarrollan es un hayedo palentino con dosel cerrado que, lamentablemente, no las dejará prosperar.

Para completar esta revisión de factores determinantes en la instauración exitosa de un nuevo ejemplar de tejo, es necesario apuntar la importancia de los diferentes paisajes orlados de matorral espinescente con frutos carnosos que ejercen tanto de protección mecánica de los juveniles frente al pisoteo y ramoneo de herbívoros como de atracción a los vínculos dispersores de semillas. De este modo, y dependiendo de la comunidad vegetal en la que se encuentren, los jóvenes brinzales medran con mayor éxito al amparo protector de acebos, espinos, o, ya en áreas de marcada influencia mediterránea, de enebros (*Juniperus sp*), endrinos (*Prunus spinosa*), agracejos (*Berberis sp*) y otros arbustos, cuyas drupas y bayas servirán a su vez de nutritivos comederos para los pájaros de hábito frugívoro. En este sentido, las plantas con fruto carnoso y las propias aves dispersantes abundan más en estas orlas y bordes de bosque de etapas sucesionales intermedias que en el interior de los hayedos y robledales adultos de la mitad norte peninsular (Herrera, 2004). Asimismo, estudios detallados indican patrones de distribución con mayor proporción de semillas depositadas al cobijo de estas formaciones protectoras que servirán de plantas-nodriza (García *et al* , 2000); de ahí la importancia de mantener buenas estructuras de matorral espinoso en las áreas cercanas a las tejedas para fomentar su expansión.

Los bosques de la cuenca alta del Sil representan, junto a otros territorios submediterráneos, una encrucijada transicional donde confluyen las dos grandes áreas bioclimáticas de la península ibérica con la consiguiente ocurrencia de un variado elenco de comunidades a reducida escala espacial. A priori, un ambiente idóneo en la actualidad para el hábitat del tejo y sus ecosistemas asociados. Es quizás un buen momento para preservar y promover parches boscosos heterogéneos que incluyan su orla arbustiva como base estructural para potenciar la recolonización, expansión y consolidación de estas valiosas tejedas. Pero para ello, se debe incidir en la protección global del ecosistema, fomentando la diversidad biológica y teniendo en cuenta no soslayar la importancia de los pequeños detalles.



De derecha a izquierda se observan plántulas de acebo, tejo y espino de igual edad que, muy posiblemente, emergieron de frutos consumidos al mismo tiempo y diseminados en el mismo pulso de dispersión. Si sobreviven a la vulnerabilidad de los primeros tres a cuatro siguientes años, el acebo y el espino facilitarán la protección del tejo frente a herbívoros hasta que este último alcance el tamaño necesario para sobrevivir al ramoneo. Representan un claro ejemplo del proceso de interacción mutualista planta-planta que sucede principalmente en las tejedas de la mitad norte peninsular.

