



# Diagnóstico y Plan de Actuaciones para dos poblaciones de Tejo en Artikutza

Realizado para: Ayuntamiento de San Sebastián - Dirección de Medio Ambiente

Realizado por: Asociación Errutz

5 de octubre de 2017



### Equipo de trabajo

Claudia Maldonado Seares (Ing. de Montes)

Inés Latorre García (Ing. Técnico Forestal)

Inazio Martínez de Arano (Biólogo)

---

## Índice

<b>1. Resumen .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivos .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Metodología .....</b>	<b>2</b>
ESTRUCTURA Y VITALIDAD DE LAS POBLACIONES	3
REGENERACIÓN	3
<b>4. Resultados y diagnostico .....</b>	<b>6</b>
4.1 ESTRUCTURA Y DESARROLLO DE LAS MASAS .....	7
MINTEGIZAR	7
ARRITXURIETA	8
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE TEJO	8
4.2 EDAD Y CRECIMIENTO .....	12
EADADES MÁXIMAS	12
TASAS DE CRECIMIENTO	13
4.3 VIGOR Y MORTALIDAD .....	16
ESTADO SANITARIO	17
4.4 CAPACIDAD REPRODUCTIVA .....	21
RELACIÓN MACHOS/HEMBRAS	21
CARACTERÍSTICAS DE TEJOS REPRODUCTIVOS	24
4.5 REGENERACIÓN .....	26
REGENERACIÓN BAJO DOSEL	26
REGENERACIÓN EN CLAROS	27
SUSTRATO DE REGENERACIÓN	31
PLANTAS NODRIZAS	32
MADERA MUERTA	33
<b>5. Actuaciones para mejorar la viabilidad de las poblaciones .....</b>	<b>36</b>
MEJORA DE LA VITALIDAD	36
MEJORA DE LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS	36
MEJORA DE LAS CONDICIONES PARA LA REGENERACIÓN DE TEJO	36
5.1 POBLACIÓN DE MINTEGIZAR .....	37
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN MINTEGIZAR	39
5.2 POBLACIÓN DE ARRITXURIETA .....	43

---

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ARRITXURIETA	45
RECOMENDACIONES PARA EL SEGUIMIENTO	47
6. BIBLIOGRAFÍA CITADA Y CONSULTADA .....	48
ANEXO .....	50
INFORME LABORATORIO PATOLOGÍA VEGETAL	50
UBICACIÓN COORDENADAS TEJAS	50
MAPAS: PENDIENTE. EXPOSICIÓN	50

---

## 1. RESUMEN

Se estudian las dos poblaciones de Tejo conocidas en Artikutza. Ambas se encuentran en la parte norte del parque y sobre laderas de exposición tanto SO como NO. Difieren principalmente en el grado de desarrollo y la proporción de tejos reproductivos hembras/machos. En la zona de Mintegizar, se encuentran probablemente los tejos más antiguos con más de 350 años de edad. La población de Arrixurieta refleja una estructura menos madura y más en sincronía con la disminución de las actividades extractivas ejercidas sobre estos bosques hasta hace unos 100 años atrás. Aquí, los tejos añosos son muy escasos.

De los principales factores que determinan la viabilidad de las poblaciones de tejo, se detecta dificultad para alcanzar una buena producción de semillas, una escasa regeneración con nulo reclutamiento y una estructura forestal con escasa presencia de especies acompañantes facilitadoras para su regeneración. Del análisis de los pulsos de crecimiento de algunos pies en distintos estados de desarrollo e historia de vida, se desprende que árboles sumergidos de tejo, podrían responder adecuadamente a la liberación.

Se propone y diseña una serie de actuaciones destinadas a la mejora de la producción de semillas en tejas productoras, a la formación de nuevos tejos reproductores, especialmente machos, así como actuaciones que mejoren las condiciones para la regeneración en el interior del bosque.

La dinámica natural de tejo como especie que forma masas bastante regulares, donde la continuidad de las masas depende de manera importante de la regeneración que se produce en sus bordes, exige pensar en la necesidad de habilitar nuevos espacios para su conservación en el paisaje.

## 2. OBJETIVOS

- Identificar los principales factores que están relacionados con el declive y falta de vigor de pies adultos de tejo dentro de las dos poblaciones de Artikutza.
- Cuantificar la influencia de la composición y estructura de la masa, así como de la diversidad de sustratos en el piso forestal, en los procesos de regeneración.
- Elaborar una propuesta de Plan de Actuaciones para mejorar las condiciones de crecimiento a escala de rodal de los individuos adultos de tejo y para promover procesos de regeneración natural.

## 3. METODOLOGÍA

La metodología de trabajo aplicada consistió en muestreos diseñados para registrar estructura y dinámica de cada masa, así como patrones de regeneración y factores limitantes para el crecimiento. Para esto se establecieron 8 parcelas de muestreo de 50 m de largo y ancho entre 40 y 80 m dependiendo de la presencia de tejos en el entorno. Las superficies de las parcelas oscilaron entre los 2.000 y 4.000 m<sup>2</sup>. De estas 4 se realizaron en la población de Mintegizar y 4 en la de Arrixurieta. La ubicación de cada parcela en el terreno busco abarcar distintas condiciones de estructura de la masa y variaciones orográficas (pendiente, exposición, zonas convexas o cóncavas). En cada parcela se realizó el siguiente registro:

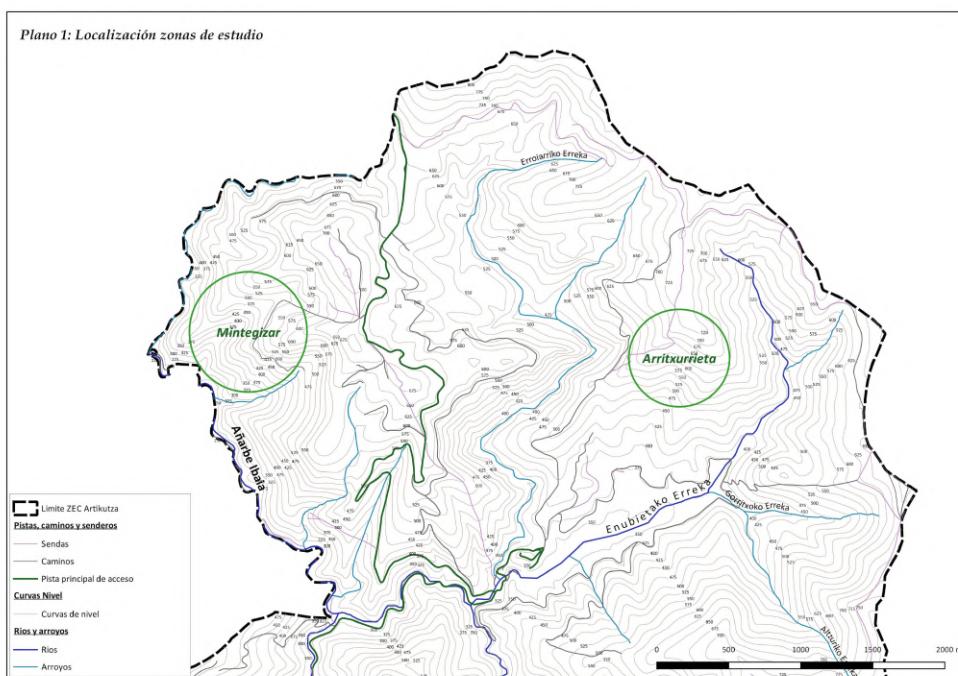


Figura 1. Mapa de ubicación de las dos poblaciones en la zona norte de Artikutza

---

## Estructura y vitalidad de las poblaciones

### a) Árboles vivos y muertos.

Dentro de cada parcela se registro todos los tejos presentes y árboles vecinos a cada tejo, mediante los siguientes parámetros: Especie, Diámetro de fuste, Diámetro de copa, Altura, Sexo (según presencia o ausencia de estrobilos en las ramas), Daños como descortezado o cancros y Vigor según 4 niveles de defoliación. Además a cada árbol de tejo se le registro la distancia a los árboles vecinos, considerados como los árboles de la misma u otra especie, que interceptaban su copa.

Para los árboles muertos en pie también se registró: Especie (cuando fue posible) Diámetro y Altura. Cuando fue posible se extrajo una muestra de crecimiento del árbol más cercanos al pie de tejo debilitado o muerto.

### b) Sexo de los árboles de tejo.

El sexo de los pies de tejo se determinó mediante inspección del follaje accesible y la identificación de primordios seminales femeninos o estrobilos masculinos. Cuando no se encontró ningún tipo de estructura el árbol de tejo se registró como No determinado. Puesto que el trabajo de campo se realizó entre mayo y junio, no se ha podido estimar el grado de producción de semillas por parte de las hembras, aspecto que se debería estudiar en la época más adecuada de los meses de octubre a noviembre. A cada tejo hembra identificado se le determinó la ubicación UTM.

### c) Crecimientos y edades.

Los rangos de edades de tejo se estimaron mediante una tasa de incremento estimada a partir de muestras de crecimiento tomadas de solo cinco árboles vivos, pertenecientes a clases de tamaño de entre 15 y 50 cm de diámetro. Para el resto de especies se obtuvo una muestra de crecimiento de al menos un individuo de cada clase de diámetro. Las muestras de crecimientos fueron extraídas del árbol con una barrena Pressler, Dadas las condiciones sanitarias y de vigor desconocidas previo al muestreo de campo, se evitó una extracción de muestras de crecimiento más intensa como se realiza habitualmente en este tipo de estudios.

### d) Madera muerta.

La madera muerta se estimó según el método para evaluación de combustible LIS (Marshall *et al*, 2000) mediante la medición de los diámetros de las piezas interceptadas (árbol o ramas) por la cinta dispuesta en el centro de la parcela. A cada pieza se le determinó el grado de descomposición según 5 niveles de antigüedad propuestos por Daniel *et al* (1997).

---

## Regeneración

### a) Regeneración bajo el dosel del bosque.

En cada parcela se registraron todas las plantitas encontradas durante el registro de los árboles y revisión cuidadosa en todo el terreno. La realización de sub-parcelas de regeneración de 2 x 2 m distribuidas al azar, no se realizó por ser muy ínfima y dispersa la cantidad de plantitas encontradas en las primeras parcelas.

---

De cada plantita encontrada se registro: Especie, Altura según categorías (0-10; >10-50; 50-100; > 1m) y tipo de Sustrato o nicho de regeneración en que se encontraba (suelo desnudo, hojarasca, briófitos, etc). Además en cada punto en que se registró una planta se hizo una estimación de la cobertura arbórea en la vertical mediante un Densitómetro para determinar frondosidad de la bóveda forestal.

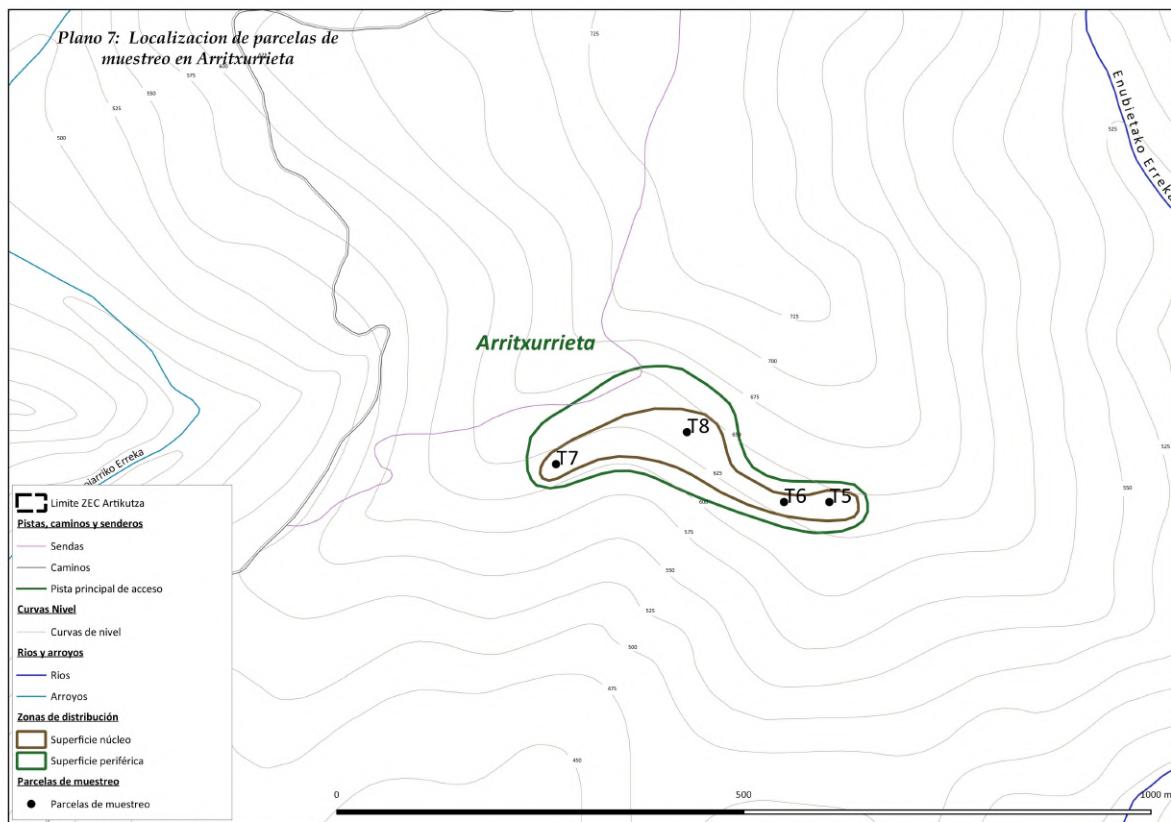
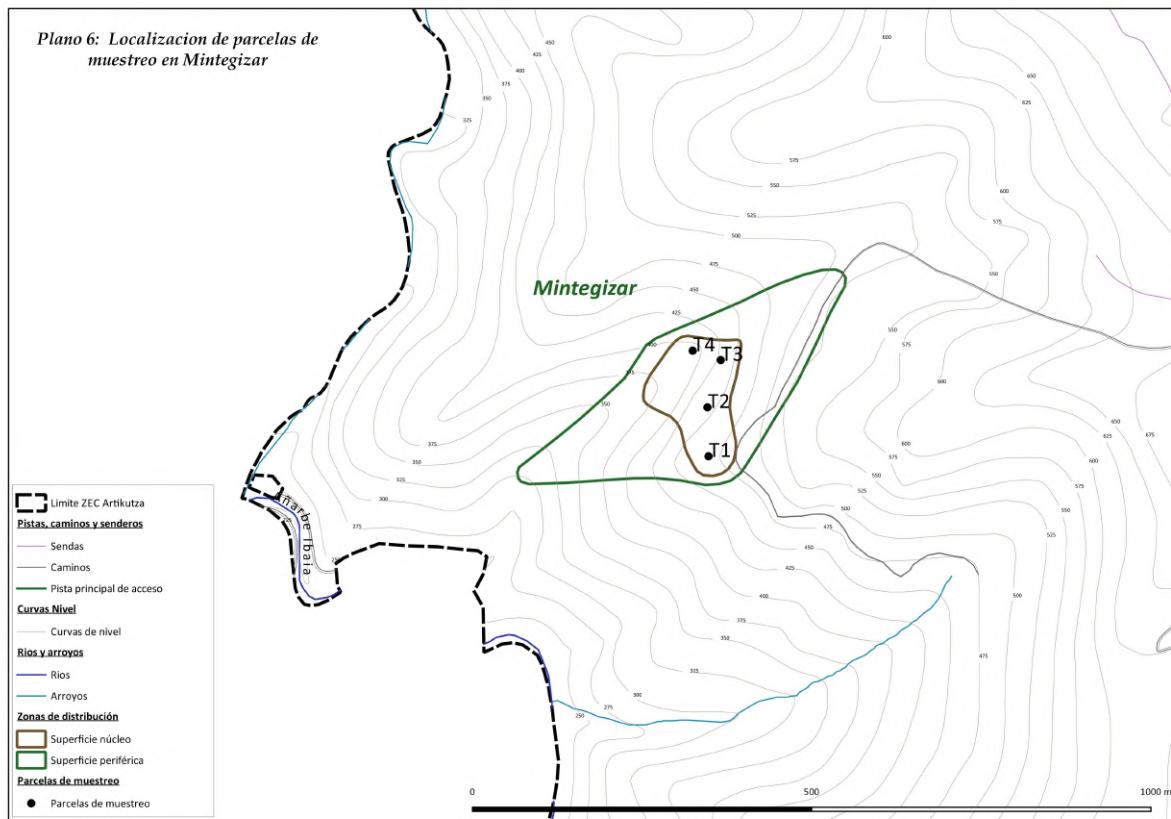
b) Regeneración en claros y dinámica de claros.

Fuera de las parcelas se identificaron los claros para estudiar la regeneración. Para su caracterización se estima su superficie midiendo el diámetro mayor y el perpendicular a éste. Al interior de los claros medidos se registró lo siguiente:

- La regeneración presente, mediante el registro cuidadoso de todo el claro, contabilizando todas las plantitas por especie y categoría de altura, siguiendo la misma metodología que bajo dosel.
- La presencia de árboles sucesores, definidos como el árbol o arbolito de mayor porte que se desarrolla en cada uno de los cuartos en que se puede dividir un claro.
- El origen del claro. Cuando existan las evidencias de los sucesos que generaron el claro se registrará el origen del claro, por caída o muerte en pie de los árboles.

c) Zonas periféricas de expansión.

Tomando como punto de partida los márgenes de las zonas estudiadas, se recorrieron las zonas periféricas donde se registraron los pies dispersos de tejo y también las plantulas estableciéndose más allá de las zonas núcleo de tejo. A las plántulas encontradas también se les determinó las condiciones de sustrato y cobertura arbórea al igual que se describe en el punto a



**Figura 1.** Mapas de la disposición en terreno de ambas poblaciones y ubicación de parcelas de muestreo. Zona núcleo (marrón) y zona periférica (verde)

## 4. RESULTADOS Y DIAGNOSTICO

Las dos poblaciones estudiadas se desarrollan sobre condiciones fisiográficas aparentemente similares al encontrarse en zonas de pendiente y suelos con afloramientos rocosos. Además, en términos de composición forman una masa mixta principalmente con roble y haya, de estructura bastante simple. Sin embargo en cada una se registran variaciones importantes en las condiciones de rodal y en la distribución de la masa en el terreno.

En este sentido el sector de Mintegizar presenta pendientes mucho más pronunciadas y el núcleo de la población se distribuye hacia el fondo de la quebrada, mientras el sector de Arrixurri con pendientes menos acusadas se distribuye en una franja paralela a la pendiente. (ver mapas)

Aunque los rodales de tejo, considerados como la *zona núcleo*, se encuentran inmersos en masas más amplias de hayedo, en la zona núcleo los tejos se concentran junto a roble y en ellos haya suele ser menos abundante. Sin embargo, los pocos pies de haya que crecen en estos rodales representan un alto porcentaje de Area Basal ( $m^2$ ) debido a las grandes dimensiones que alcanzan.

Por otro lado, en el entorno de las zonas núcleo, el bosque esta formado principalmente por haya, mientras que tejo y roble aparecen solo con pies dispersos y generalmente de escaso desarrollo.

Tabla 1. Parámetros básicos por sector

Zona	Pendiente media (%)	Exposic.	Sup. núcleo (ha)*	Sup. Total (ha)	AB tejo (%)	AB roble (%)	AB haya (%)
Mintegizar	74	SO-NO	2,0	5,5	57	19	24
Arrixuri	45	SO-SE	1,8	2,2	29	35	35

(\*) Sup. Total: superficie de zona núcleo más entorno del rodal

Los suelos de Mintegizar se desarrollan sobre Leucogranitos, mientras en Arrixurieta predominan rocas sedimentarias de metamorfismo y granulometría variada como Eesquitos, pizarras y grauvacas. Estas litologías dan lugar, típicamente, a suelos ácidos, con baja saturación de bases y cuya fertilidad es muy dependiente de un horizonte A bien desarrollado (e.g. cambisoles húmicos, cambisoles distritos). Las zonas de fuerte pendiente, como las que predominan en Mintegizar y en menor medida en Arrixurieta dan lugar a suelos muy poco profundos (Leptosoles).

Existen signos evidentes de erosión, especialmente en las laderas convexas y de fuerte pendiente. Esta ha sido posiblemente mayor en un pasado reciente, dado el uso histórico intensivo.

## 4.1 Estructura y desarrollo de las masas

A pesar de la similitud en composición de ambas poblaciones se registran importantes diferencias en su estructura y grados de desarrollo.

### Mintegizar

Tal como se aprecia en la distribución de diámetros y en la Tabla 2, la población de Mintegizar muestra una estructura de tipo normal con amplio rango de diámetros y una mínima participación de pies jóvenes. Esta masa se caracteriza por una baja densidad de pies y por la dominancia de pies de tejos de gran tamaño que llegan representar el 70% del Área Basal de la masa. Algunos tejos dominantes encontrados en las exposiciones NO de este sector pueden llegar a los 100 cm de diámetro y mas de 20 m de altura. De entre las frondosas predominan los robles en general de igual o menor tamaño que tejo, y haya, que aunque siempre en baja densidad, alcanza los mayores portes con pies de hasta 30 metros de altura.

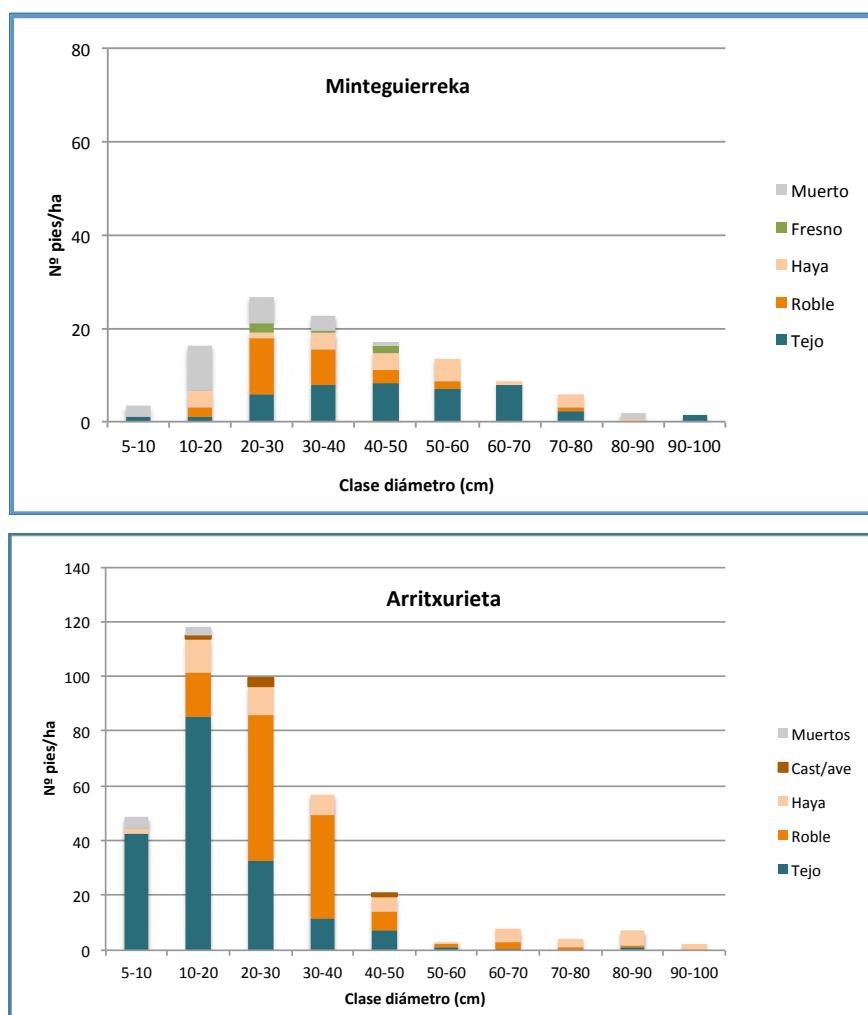


Figura 2. Estructura de diámetros y composición de las dos poblaciones de tejos

## Arritxurieta

Por otro lado, la población de Arritxurieta también forma una estructura de tipo regular pero segada hacia los pies jóvenes. Se trata de una masa creciendo a mayor densidad de pies y de menor desarrollo puesto que los tejos escasamente superan los 50 cm de diámetro y apenas alcanzan los 9 m de altura, mientras que las hayas, también dominantes en tamaño en estas masas, les superan ampliamente llegando a alcanzar los 20 metros de altura.

Si se considera la relación edad/altura de las especies acompañantes, roble y haya, como especies indicadoras de la calidad del sitio (ver en tabla 2 Alt\_vec), claramente se puede ver que la población de Mintegizar (NO), además de parecer más madura que la de Arritxuri, también se desarrolla sobre unas condiciones de suelo y medio ambiente mejores. Así, para una misma Edad Clave de 100 años, la altura dominante alcanzada por haya en Arritxuri es de 20 m mientras a la misma edad, en Mintegizar alcanza los 28 y 30 m de altura.

Tabla 2. Parámetros de estado por rodal y población estudiada

Rodal (Exposición)	Densidad (Nº/ha) *	Tejos (N/ha)	Dia_tejo (cm)	Alt_tejo (m) **	Alt_vec (m)**	Hembras (Nº/ha)	Machos (Nº/ha)	C/heridas (%)	Muertos (%)
Min_1 (SO)	112	44	35,5	8,2	17	4	0	8	33
Min_2 (NO)	105	65	51,1	22	30	40	10	46	5
Min_3 (NO)	108	34	62,5	21	30	11	23	17	7
Min_4 (NO)	50	29	53,1	18	29	12	4	17	29
Arri_5 (S)	363	192	14,4	9	18	18	6	0	0
Arri_6 (SO)	160	70	37,3	7,5	-	15	10	7	0
Arri_7 (S)	544	277	22,4	9,3	13	16	0	63	5
Arri_8 (SO)	294	76	48,5	8,7	20	22	0	59	0

(\*) Número total de árboles vivos de todas las especies

(\*\*) Alturas dominantes de frondosas

## Distribución espacial de tejo

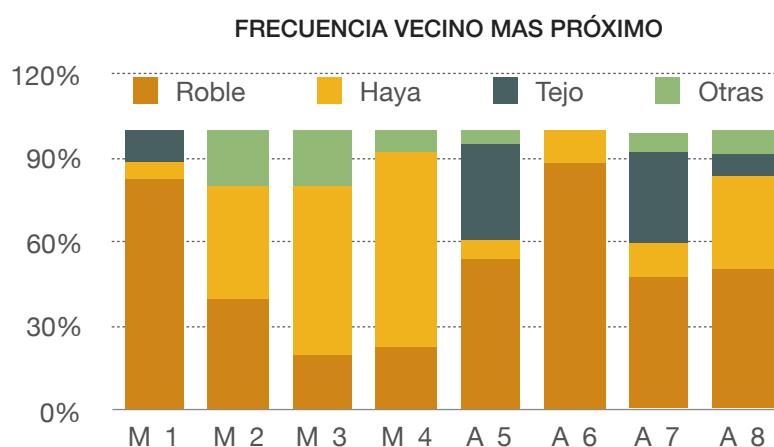
Aunque la densidad media de pies por hectárea (Nº/ha) de las masas da una idea de la ocupación del sitio por el total de árboles, la distancia media a los vecinos más próximos a cada tejo y las especies que compiten directamente con ellos, entrega una idea más clara de la disponibilidad de espacio con que están creciendo los tejos en cada situación.

Según esto las distancias medias a los vecinos más próximos, considerados como los árboles vecinos con los que tejo intercepta su copa, son más amplias en Mintegizar que en Arrixuri. Este espaciamiento se traduce también en que en Mintegizar los tejos crecen a una menor densidad local e implica además que el espacio medio del que disponen los tejos para su desarrollo abarca entre los 12 y 25 m<sup>2</sup>. En las condiciones de mayor densidad de la población de Arrixuri sin embargo, las densidades locales pueden llegar a los 3.000 pies/ha y el espacio vital de crecimiento para la especie puede estar reducido a los 3 o 4 m<sup>2</sup> en el caso de los rodales más juveniles, como el 5 y 7.

*Tabla 3. Parámetros de espaciamiento local para tejo según distancia media a vecino más próximo.*

Zona	Rodal	Dist_vecinos (m)	Area/pie (m <sup>2</sup> )
Mintegizar	1	3,5	12
	2	4,6	21
	3	5,2	27
	4	5,1	25
Arrixuri	5	1,7	3
	6	3,4	12
	7	1,9	4
	8	2,9	8

Las especies más frecuentes como vecino inmediato de tejo, son como cabe esperar, roble y haya, las mas frecuentes en el rodal. Sin embargo, es roble la especie que se agrupa con mayor frecuencia a tejo, especialmente en las zonas más expuestas y más soleadas.



*Figura 3. Proporción en que las especies del rodal aparecen como el vecino más próximo a un tejo, según rodal y sector (M: Mintegizar, A: Arrixuri)*

Como muestra la gráfica anterior, roble pierde importancia como especie acompañante y vecino inmediato de tejo en las zonas menos soleadas como en los rodales 2, 3 y 4 que se desarrollan hacia el fondo la vaguada en la zona de Mintegizar y cuyas laderas tienen exposiciones NO. Además en estos rodales los tejos están más espaciados entre ellos pues el propio tejo no aparece como el vecino más próximo, lugar que es ocupado por otras especies como acebo o fresno.

De manera general sin embargo y como muestra la siguiente gráfica, los robles tienden a estar más cercanos a los tejos que lo que les corresponde por azar, puesto que cuando roble representa más de un 40% de individuos de la masa, pasa a ser significativamente la especie principal con que se agrupa tejo. Esto indica también que las condiciones de desarrollo pueden ser comunes o complementarias para ambas especies desde el momento del establecimiento, sobre todo cuando se registra que en muchos casos, como se muestra en las imágenes, roble y tejo pueden estar creciendo en grupos tan estrechamente cercanos, que casi no queda espacio entre un pie y otro.

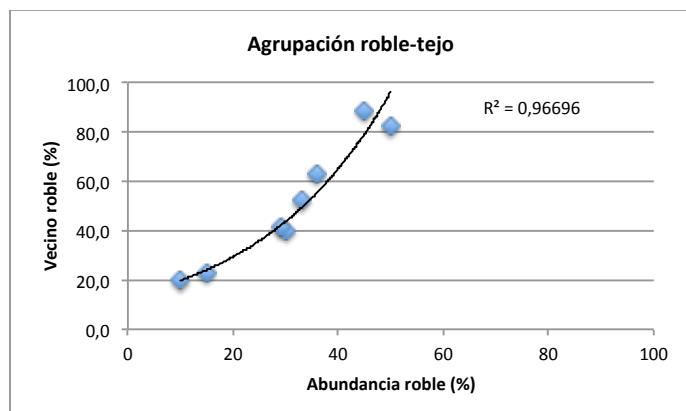


Figura 4. Curva exponencial que explica la relación entre abundancia de roble en el dosel y la frecuencia en que este es el vecino más próximo de tejo.



Imagen 1. Tipos característicos de agrupación de tejo con roble en rodales de mayor densidad.

La principal diferencia de estructura entre ambas poblaciones se explica por el grado de desarrollo de las masas. Mintegizar presenta una estructura típica de masa adulta con baja densidad de pies y grandes diámetros, mientras en Arrixuri hay una mayor densidad de pies y predominan los pies de menos de 40 cm de diámetro.

La calidad del sitio y condiciones ambientales para el crecimiento de tejo son mejores en las laderas NO de Mintegizar, donde se encuentran algunos tejos de mas de 20 m de altura. Las zonas de exposición SO de ambas poblaciones, muestran un peor desarrollo, siendo esto más general en Arrixuri, donde los tejos no sobrepasan los 10 m de altura.

Roble es la especie mas importante que se agrupa con tejo y su grado de agrupamiento parece mostrar que ambas especies tienen requerimientos comunes para el establecimiento.

---

## 4.2 Edad y crecimiento

### Edades máximas

Aunque no se dispone de mucha información sobre tasas de crecimiento de poblaciones de tejo en zonas de influencia atlántica, se sabe que en condiciones buenas de suelo, la especie puede alcanzar buenas tasas de crecimiento, siendo estas siempre más bajas que las especies acompañantes. Con respecto al crecimiento en altura, según Thomas & Polwart (2003) en condiciones abiertas la especie puede alcanzar tasas de crecimiento en altura entre los 20 y 30 cm/año.

Las muestras registradas en Artikutza no incluyen pies creciendo libremente puesto que aquí tejo crece principalmente dentro del bosque, y en parte por este motivo, los valores encontrados son bastante menores. Las muestras de los pies menos sumergidos arrojan un incremento en altura de unos 10 cm/año mientras que en los pies más suprimidos bajo un dosel de grandes pies de frondosas, se encuentran valores extremadamente bajos de entre 0,5 a 0,8 cm/año.

Por otro lado, con respecto al crecimiento en diámetro, puesto que se trata de una variable explicada por diversos factores como el sitio, la densidad de pies o la historia de uso del rodal, es difícil usar las funciones propuestas por otros autores para estimar las edades y tasas de crecimiento de las poblaciones de Artikutza. Sin embargo las pocas muestras de incremento en diámetro recogidas en este estudio, nos dan alguna información respecto a la edad de las masas y sus tasas de crecimiento.

El crecimiento promedio en diámetro encontrado para estos tejos creciendo en distintas condiciones de luz y acceso al dosel superior, se encuentra en torno a 0,25 cm al año, no muy lejos de las observaciones hechas por otros autores en zonas atlánticas (Bowman, 1837) y que para zonas de buen crecimiento han estimado unos incrementos en diámetro en torno a los 0,3 cm/año. Utilizando el valor medio determinado para Artikutza, se podría estimar que los tejos más antiguos son los de la zona de Mintegizar con edades de unos 380 años, mientras que en Arrixuri los más viejos llegarían a los 260, aunque algún pie hembra encontrado que alcanza los 85 cm de diámetro es probable que sobrepase los 300.

*Tabla 4. Rangos de edades estimadas para pies del dosel superior, en base a un incremento medio en diámetro de 0,25 cm/año.*

Sector	Rango Edades medias (años)	Rango diádm. máximos (cm)	Rango Edades máximas estimadas (años)
Mintegizar	140 - 250	75 - 95	300 - 380
Arrixuti	60 - 190	65 - 85	260 - 300

En ambos casos los tejos más viejos corresponden a una primera generación de árboles madres/padres, a partir de los cuales han surgido las masas actuales.

## Tasas de crecimiento

Las tasas de crecimiento como es natural, sufren variaciones según la etapa de desarrollo del árbol y como es de esperar cuando se registran árboles adultos, es común que el ritmo de crecimiento disminuya con la edad. Como se aprecia en la siguiente gráfica tejo siempre tiene un incremento en diámetro menor que roble y haya tanto en su fase inicial como en la final. Sin embargo las tasas iniciales, especialmente de haya y robles, son indicativas de unas condiciones de rodal al momento del establecimiento, de buena luminosidad y libre de supresiones, tal como se ha encontrado para estas especies en otros bosques atlánticos como el robledal - hayedo de Pagoeta (Erroutz, 2014 ).

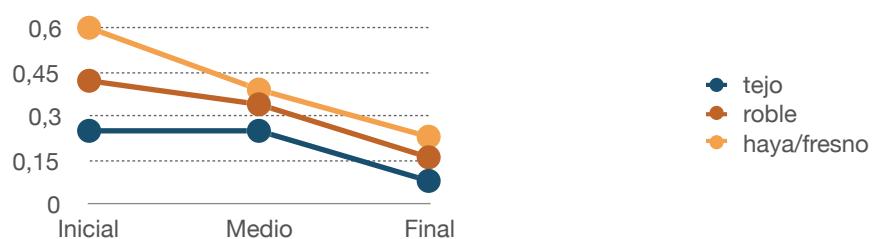


Figura 5. Valores medios de Incremento en diámetro (cm/año) leídos a partir de muestras de crecimiento. *Inicial* (primeros 15 años); *Final* (últimos 20 años); *Medio* (medio anual)

Los crecimientos finales de los últimos 20 años, reflejan por otro lado unos valores muy bajos para todas las especies pero especialmente para tejo, que dado que la mayoría de las muestras son de árboles creciendo bajo la influencia de otros pies de roble o haya, los incrementos menores a 1mm/año hablan de unas condiciones de supresión importantes y de limitaciones para el crecimiento. Este nivel de supresión actual en que se encuentran muchos tejos bajo dosel, se puede apreciar en la fuerte caída en incremento que tiene un pie de tejo de 81 años con apenas 21 cm de diámetro, creciendo en Arrixuri. (ver gráfica, linea rosa)

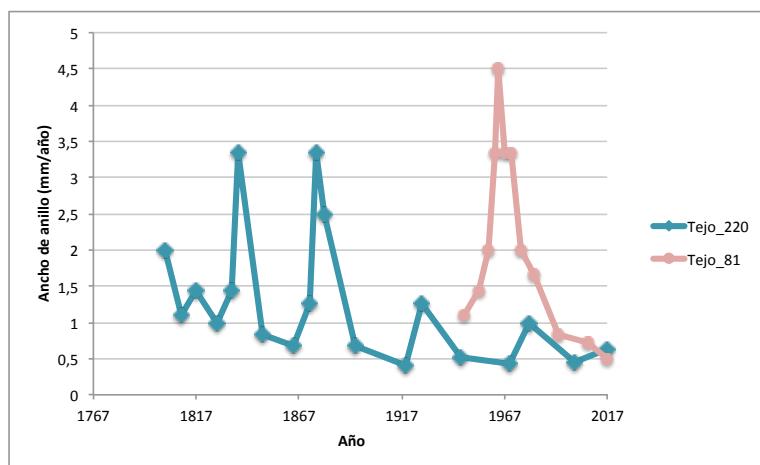


Figura 6. Incremento corriente de ancho de anillo (mm/año) desde el establecimiento, de dos pies de tejo registrados en Artikutza (azul: tejo de 220 años en Mintegizar; rosa: tejo de 81 años en Arrixuri)

Para este árbol de 81 años, la gráfica muestra un establecimiento en buenas condiciones de espacio y luz que permite un aumento de los incrementos durante los primeros 40 años. Estos incrementos llegan a un pico de hasta casi medio cm/año de ancho de anillo, equivalente a un incremento en diámetro de 0,9 cm/año. Sin embargo a partir de este punto el árbol registra una fuerte y constante caída en el crecimiento llegando en la actualidad a valores de 0,5 mm/año, similar al que muestra un árbol de tejo de *viejo crecimiento* registrado en Kingsley Vale (Sussex) (Thomas & Polwart, 2003). Esta supresión se explica en buena medida por la competencia que ejercen roble y haya sobre tejo, una vez que le han sobrepasado en altura y desarrollo de copas.

Por otro lado, la historia de ritmos de crecimiento del tejo de 220 años creciendo en Mintegizar (línea azul), también habla de supresiones igual de severas que la sufrida por el tejo más joven y sufridas incluso después de los 100 años de edad (1917 y 1967). Sin embargo el árbol ha sido capaz de responder a determinados sucesos que han abierto el dosel, aumentando su diámetro en hasta 4 cm en solo 10 años, aunque como es de esperar con los años la respuesta ha sido menos intensa.

Esto da una idea de que la liberación de espacio para reactivar las tasas de crecimiento en tejos suprimidos, puede tener resultados incluso hasta en pies de bastante edad.



Imagen 3. Muestras de crecimiento de los dos tejos representados en la gráfica, de 81 y 220 años respectivamente. Círculo blanco indica anillos centrales de primeros años del árbol.

Con respecto a las condiciones para el establecimiento, como se señaló anteriormente, los crecimientos iniciales dan una idea de la disponibilidad de espacio y luz que tuvo la planta para crecer en sus primeros años. Esto resulta variable en las muestras tomadas y se ve que inicialmente algunos han crecido más suprimidos que otros.

En la siguiente tabla se proyecta los años que puede tardar una planta de tejo, roble o haya, en alcanzar el tamaño de un brizal dentro de un cierto rango de condiciones para el establecimiento.

*Tabla 5. Años que puede tardar la formación de un brizal de 5 cm de diámetro en base a los rangos de crecimiento inicial leído en las muestras de crecimiento.*

Especie	Rangos de tiempo de formación de un brizal (años)		
	Medio	Mínimo	Máximo
Tejo	20	13	36
Roble	12	8	17
Haya	8	6	10

Como se explica en la tabla, esto podría implicar que en condiciones medias de luz y espacio, haya y roble pueden alcanzar el diámetro de un brizal en 8 y 12 años respectivamente, mientras tejo puede tardar hasta 20 o 36 años en el caso de condiciones de mayor supresión (ver imagen de muestras)

Por otro lado, el tiempo mínimo, de unos 13 años, que podría requerir una planta de tejo en alcanzar este tamaño también nos habla de la capacidad de la especie para crecer a mucho mejor ritmo y establecerse más rápidamente si dispone de recursos y se evita la competencia con otras especies que en iguales condiciones pueden crecer más rápido.

También autores como Iszkulo & Boartynski (2005) hablan sobre lo variable que puede ser el crecimiento inicial de un tejo dependiendo de la disponibilidad de recursos con que crezca. Así por ejemplo, los autores comparan un pie encontrado en la reserva Wierzchlas (Polonia) en condiciones de bosque, que necesitó 24 años para alcanzar el primer metro de altura y 18 más para alcanzar el segundo metro, con otro creciendo en un arboretum (Kórnik, Polonia) que alcanzó el metro de altura a los 12 años y solo necesito otros 6 para llegar a los 2m.

La tasa de crecimiento calculada a partir de las muestras tomadas, permiten estimar que la generación más antigua de tejos madres/padres, puede alcanzar cerca de 400 años en Mintegizar y los 300 en Arrixuri.

A pesar del escaso desarrollo que puede alcanzar tejo en algunos rodales, también muestra un crecimiento potencial mucho mayor en condiciones adecuadas de disponibilidad de recursos.

Se evidencia además que es capaz de responder y reaccionar a una mejora en sus condiciones de crecimiento, incluso después de los 100 años de edad.

La mayor tasa de crecimiento de roble y principalmente haya con respecto a tejo, han hecho que tanto las nuevas generaciones como los remanentes de viejos tejos madres/padres que aun persisten, se han ido suprimiendo y debilitando bajo el porte más dominante de sus vecinos.

### 4.3 Vigor y Mortalidad

Los pies más vigorosos y de copas mejor desarrolladas se encuentran en rodales 2, 3 y 4 de Mintegizar y el rodal 6 de Arrixuri donde precisamente también hay menos mortalidad y los árboles crecen en condiciones de menor densidad de pies, con valores entre 100 y 160 arb/ha. Sin embargo las situaciones son muy variables dentro de cada rodal y en todos existe algún grado de defoliación, por lo que probablemente, la alta densidad no es el único factor relacionado con este problema.

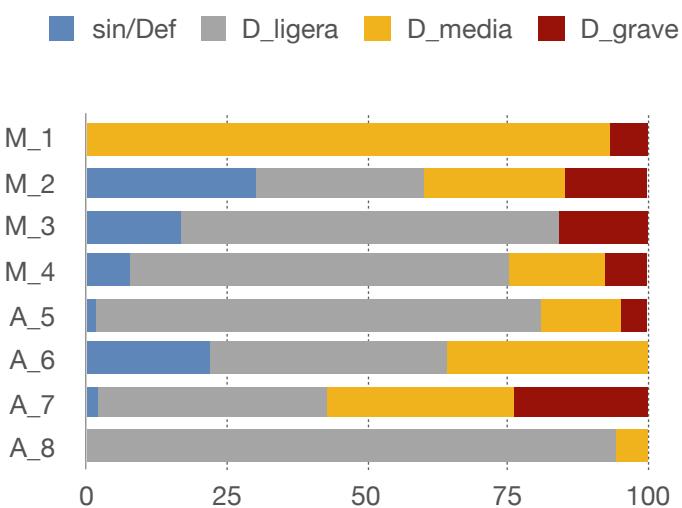


Figura 7. Porcentaje de pies de tejo según Grado de Defoliación, por rodal y sector.

En general las condiciones en que se detecta mayor porcentaje de tejos con niveles graves y medios de defoliación son los sectores 1 y 7. Un debilitamiento por competencia puede ser una explicación plausible para el rodal 7 de Arrixuri debido a la mayor densidad de pies, sin embargo la defoliación y mortalidad que se produce en el rodal 1 de Mintegizar, donde la densidad de árboles vivos es muy baja no parece explicar este fenómeno.

Es probable que ambos rodales (7 y 1) representen dos fases de un mismo proceso, en el que tras una etapa de fuerte supresión de los árboles, especialmente menos desarrollados, la defoliación aumente a niveles más graves llegando a la muerte de muchos pies de manera casi sincrónica. De hecho la mortalidad es un proceso incipiente en las clases menores en el rodal 7 mientras en el rodal 1 las clases menores de pies muertos en pie, es muy abundante y la proporción de tejos vivos bastante menor.

Al parecer en los rodales de la población de Mintegizar las condiciones de crecimiento mejoran hacia la parte más húmeda de la vaguada, es decir desde la exposición SO hacia la NO, y desde arriba la parte mas expuesta de la ladera, hacia abajo de la ladera, donde discurren los cursos de agua y se mantiene una mayor humedad ambiental.

Tal como muestra la siguiente gráfica, el rodal 1 en la parte alta de la ladera, registra una alta mortalidad concentrada principalmente en los pies más juveniles y de menor diámetro. Aquí el número de pies muertos representa casi un 30% del total de la masa.

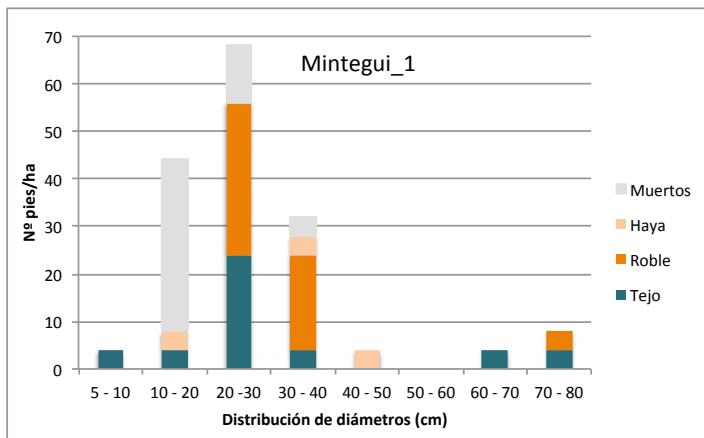


Figura 8. Estructura de diámetro por especie de árboles vivos y de muertos en pie de tejo, en Mintegizar.

Se trata probablemente, según revela el registro de edades, de una nueva generación de tejo establecida hace unos 50 a 60 años atrás junto con roble, en la parte alta de una ladera caracterizada por una exposición SO, una alta pedregosidad del suelo y distanciada de los cursos de agua, que le confieren unas condiciones de sitio muy xéricas. Es probable que tales características de sitio se traduzcan en sucesos alternantes de estrés hídricos, en los que un suceso de escasa pluviometría, agravado por la baja retención de humedad del suelo y altas tasas de evapotranspiración, se combine con otros de períodos de anegamiento del sustrato rocoso que promuevan la liberación de óxidos de Mg y Al que pueden resultar tóxicos para la vegetación.

Podría ser que estas limitantes del sitio expliquen en parte el serio debilitamiento de ambas especies en esta zona, en la que por un lado, una buena parte de los tejos menos desarrollados han muerto, y los robles que crecen junto a tejo, presentan grados medios a alto de desfoliación por acción de algún agente taladrador de hojas.

## Estado sanitario

### Parásitos

Una característica muy común en todos los pies de tejos, independiente de su grado de vigor, en términos de grado de desfoliación, ha sido la abundante presencia de agallas en el follaje. El tipo de agalla se corresponde con la identificada por otros autores como la agalla *alcachofa* que forma una densa roseta de acículas originada por el mosquito parásito *Taxomyia taxi* (Redfern 1975; Strouts & Winter 1994). Al parecer la agalla que se desarrolla en yemas axiales y terminales puede persistir por muchos años en la rama, aunque tiene un ciclo de dos años, tras el cual emerge el mosquito. Su desarrollo puede inhibir el brote de crecimiento anual del árbol llegando a debilitarlo. Aunque este mosquito fue descrito en Inglaterra en el siglo pasado y declarado como plaga posteriormente en otros países europeos (Cortes et al, 2000) al parecer se trata de un parásito bastante común que puede no tener mayores efectos en la salud del árbol, mientras estos no sufren excesivo estrés o se debiliten en extremo.

Otro parásito que se ha detectado, aunque de manera muy puntual, es el hongo *Laetiporus sulphureus*. Este hongo muy vistoso por su color anaranjado en la parte superior, infesta al árbol por heridas en ramas o tronco y es muy común sobre viejos troncos de tejo provocando putrefacción de la madera.

En este estudio el hongo se ha registrado sobre un árbol aoso, creciendo en la parte baja y más húmeda de la ladera de Mintegizar, donde los tejos alcanzan un gran desarrollo. En el entorno del árbol también aparece algún otro tejo muerto en pie que probablemente fue infestado por el mismo hongo, puesto que su leño se disgrega en bloques rectangulares de color rojizo oscuro, lo que corresponde a los típicos efectos de la pudrición de este hongo sobre la madera. En todo caso la afección por este hongo, no parece un problema extendido por toda población y sólo aparece de manera puntual.



Imagen 4. a) ramilla de tejo con agalla *alcachofa* y fruto sin madurar. b) herida con exudados y hongo parásito. c) heridas en la corteza desde la base y a lo largo del fuste. d) herida con exudado

## Daños

Las heridas en los fustes y corteza detectadas principalmente en los tejos, es al parecer el principal problema sanitario que presentan las poblaciones de tejo en Artikutza. Aunque inicialmente se ha pensado que este tipo de heridas se originan por efecto del ramoneo de las cabras que han estado muy presentes hasta hace unos años atrás, la formación de rajaduras en el tronco no solo en la base sino que también en partes altas del fuste, hacen pensar que se puede tratar de otro tipo de afección.

Aunque los daños se producen en las dos poblaciones, estos son mucho mas frecuentes en los tejos de Arrixurieta. Ademas en la zona de Mintegizar los daños están sobre árboles de gran tamaño y no parece que esto esté condicionando de manera importante su vigor. En la zona de Arrixuri sin embargo los daños están sobre un gran porcentaje de árboles que además de ser de menor diámetro, probablemente estén en peores condiciones para recuperarse del daño.

Al parecer el daño podría estar causado por una bacteria o un hongo. El registro visual parece indicar que se trata del hongo *Phytophthora cinnamomi*, sin embargo el análisis fitosanitario realizado a partir de las muestras de leño y suelo cogidas en la zona en agosto de 2017, no han determinado aún que se pueda tratar de este hongo (ver informe en Anexo). Desde el laboratorio que ha realizado los análisis, se plantea por tanto un nuevo muestreo de árboles afectados, junto con una observación *in situ* de los síntomas asociados al posible patógeno.

En cualquier caso, la causa de este tipo de enfermedades se suele producir a partir de una herida abierta en la corteza, y que puede haber sido originada por sequías, daños de sol o de frío, o por animales. Es importante considerar de cualquier modo, que las condiciones para la afección por uno de estos patógenos son mas comunes en árboles bajo condiciones de estrés y su control apunta a mantener los árboles vigorosos para que la infestación no avance.

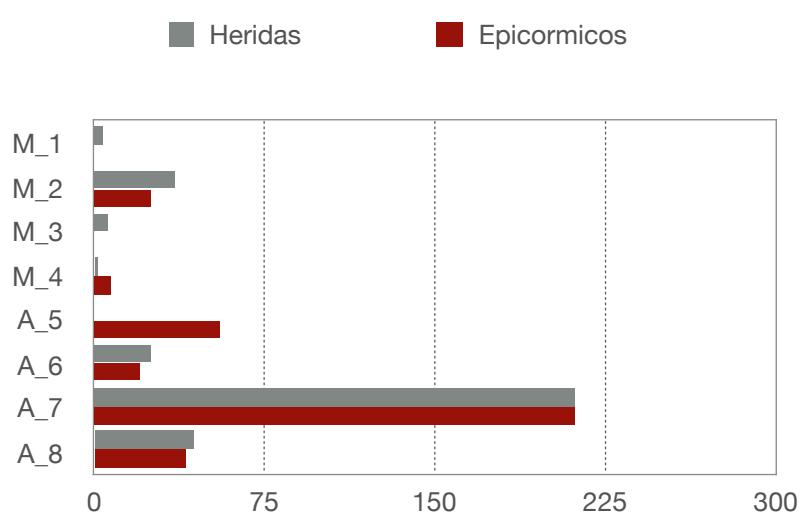


Figura 9. Número de pies de tejo/ha con afección de heridas y presencia de brotes epidérmicos en la corteza.

También como efecto de estas condiciones de mayor estrés en las zonas de mayor densidad de pies, el desarrollo de brotes epicórmicos es mucho más abundante en los rodales de Arrixurieta, especialmente el rodal 7. Al parecer la presencia de brotes epicórmicos tiene relación con una respuesta del árbol a la herida y a la falta de vigor en la copa del árbol.

El aumento de espacio vital para estos árboles como medida para mejorar su vigor, puede ser una buena alternativa de gestión en algunas zonas.

El principal parásito presente en casi la totalidad de los tejos registrados de las dos poblaciones, es la agalla alcachofa que forma una densa roseta de acículas originada por el mosquito *Taxomyia taxi*. Su desarrollo puede inhibir el brote de crecimiento anual del árbol llegando a debilitarlo.

Las heridas y rajaduras en los fustes son el daño más acusado en la zona de Arrixurieta, donde se presentan en árboles de poco desarrollo y parecen tener más impacto en el vigor de los árboles. En Mintegizarzar los árboles con daños no muestran problemas de vigor.

La falta de vigor puede tener relación tanto con la calidad del sitio, peor en Arrixuri, y ladera SO de Mintegizar. También la excesiva competencia con haya y la alta densidad local puede hacer que en caso de confirmarse un hongo patógeno, se propague con mayor facilidad.

Aunque los síntomas hacen pensar en un primer momento que se trate del hongo *Phytophthora cinnamomi*, los primeros análisis fitopatológicos realizados, no han identificado de momento, de qué tipo de patógeno se trata.

Se detectan mejores crecimientos en zonas más húmedas y mayor mortalidad en sitios más xéricos. Las zonas de mayor pendiente y humedad han permitido el desarrollo de una masa de tejos más vigorosa.

## 4.4 Capacidad reproductiva

### Relación machos/hembras

Según algunos autores, una población viable de tejos debería ser al menos de una superficie de entre 0,5 a 3 hectáreas y contar con un mínimo de 40 individuos entre los que exista más o menos igual proporción de machos y hembras.

Sobre las poblaciones de Artikutza se puede decir que al menos la de Mintegizar cumple con esos parámetros de viabilidad, puesto que además de densidad de pies y de superficie, la relación entre ambos sexos es de 1,5 hembras por macho. En Arritxurieta sin embargo, se encontró una relación hembra/macho más desequilibrada, sumado a una escasa proporción de apenas un 22% de los individuos, con estructuras reproductivas.

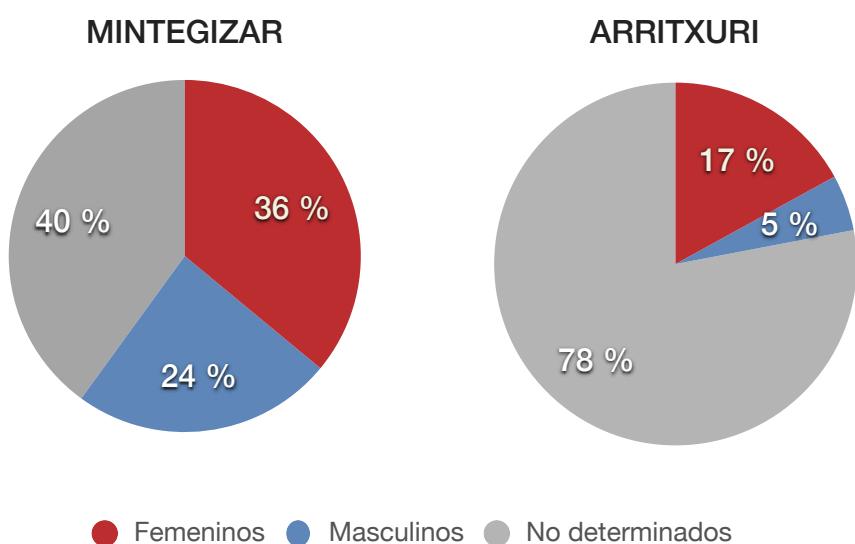


Figura 10. Distribución porcentual de todos los tejos muestreados en Mintegizar y Arritxuri, según presencia y tipo de estructura reproductiva.

Las razones de estas diferencias pueden venir explicadas por el tipo de estructura de la masa y el grado de desarrollo que alcanzan en cada sitio, donde una población más madura como la de Mintegizar, puede generar una mayor proporción de individuos en edad reproductiva, e incluso desarrollar individuos de ambos性es en proporciones similares.

Aunque se sabe que tejo puede comenzar su edad reproductiva a partir de los 30 o 35 años en condiciones de árboles aislados o masas abiertas, no ocurre lo mismo en condiciones de rodal donde esta edad se puede retrasar a los 70 o 120 años según se ha encontrado en bosques densos del este de Europa (Brzeziecki & Kienast 1994; Lyubenova & Nedelchev 2001, citados por Thomas et al, 2003).

Como se puede ver en la estructura de tamaños de los tejos reproductivos de Artikutza, estos comienzan a definirse a partir de diámetros entre 20 a 30 cm, lo que en base a un crecimiento medio en diámetro de 0.25 cm/año, puede significar en las poblaciones estudiadas, que los tejos alcanzan su edad de maduración reproductiva de entre los 80 y 120 años. Una edad muy similar a lo que se ha señalado para tejo creciendo en situaciones de bosque denso.

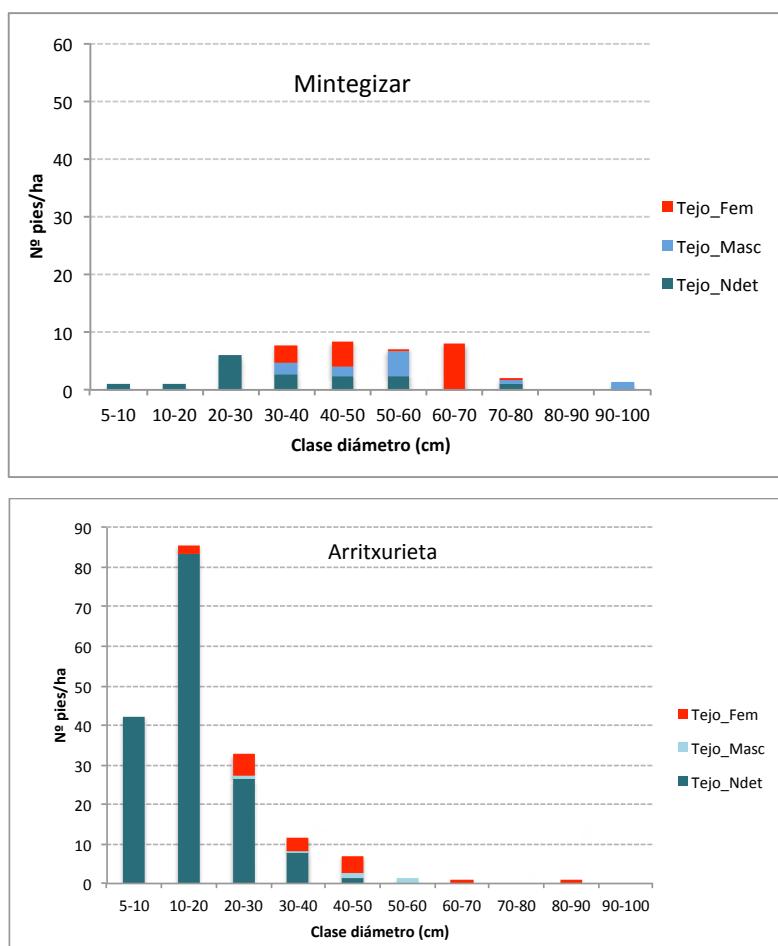


Figura 11. Estructura de tamaño de tejos reproductivos (hembra y macho) y no determinados (sin estructura masculina o femenina)

También la densidad puede ser un factor asociado a la baja proporción de grandes pies en edad reproductiva, especialmente en lo que se refiere a la generación de pies machos en la población de Arrixuri, donde los tejos masculinos no solo son más escasos sino que también no alcanzan gran tamaño, a diferencia de lo que ocurre en la zona de Mintegizar donde se registra algún tejo macho de hasta 100 cm de diámetro.

Considerando la distancia media a los vecinos más próximos de los tejos reproductivos, también se puede ver una gran diferencia entre las dos poblaciones. En Mintegizar el vecino más cercano se encuentra a media a

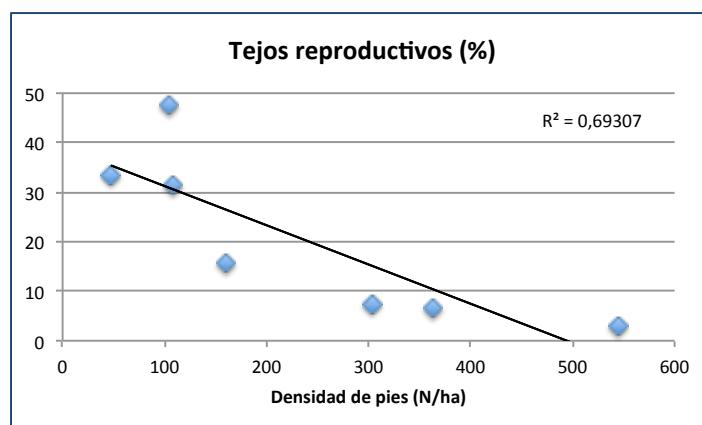
4,7 metros de distancia, mientras que en Arrixuri se registra a escasos 2,7 metros. Esto se traduce en un espacio vital mayor para los tejos reproductivos de Mintegizar, que disponen de al menos 22 m<sup>2</sup> para su desarrollo y uno mucho más reducido para los tejos de Arrixuri que solo disponen de media de 7,3 m<sup>2</sup>

*Tabla 6. Requerimiento de espacio mínimo de los tejos reproductivos estimado a partir de la distancia media al vecino más próximo*

Zona	Tejos reproduc. (%)	Dist_vecino (m)	Espacio min. (m <sup>2</sup> )
Mintegizar	60	4,7	22,1
Arriturrieta	22	2,7	7,3

El efecto de la disponibilidad de espacio para la producción de órganos reproductivos, también ha sido observado en otros bosques de tejo en Dinamarca (Svenning & Magård, 1999) donde se encontró que esta producción incrementa fuertemente en relación con el diámetro del árbol y con condiciones de bosques abiertos. Según los autores, en árboles adultos, un 62% de las hembras y 29% de los machos produjeron órganos reproductivos en condiciones de bosque abierto, mientras que en ambientes más sombreados esta proporción bajo a 19% para las hembras y 10% para los machos. Otros autores señalan simplemente que tejo no produce frutos bajo un dosel cerrado de hayas (Watt, 1926).

En este sentido los datos de las poblaciones estudiadas muestran que también existe una cierta relación negativa entre la densidad de pies del rodal y la proporción de tejos con estructuras reproductivas. En esta relación claramente los puntos extremos de la recta están explicados por las situaciones opuestas que en cuanto a estos parámetros, representan las poblaciones de Mintegizar y Arrixurieta.



*Figura 12. Relación entre densidad total de pies y la proporción de tejos con estructura reproductiva, en los rodales estudiados.*

## Características de Tejos reproductivos

Con respecto a las diferencias morfológicas entre sexo de los tejos reproductivos, no se puede determinar claramente una forma característica de árbol para cada sexo, pero si se puede hablar de ciertas tendencias. Por un lado, se registra que las alturas de los árboles con estructura reproductiva son superiores a los árboles no reproductivos. Esto explica en parte que solo los árboles que alcanzan mayor desarrollo y seguramente mejor acceso a la luz a través del dosel, son capaces de formar estructuras reproductivas. Por otro lado, las hembras son ligeramente más bajas y de fuste menos esbelto que los machos.

Tabla 7. Diferencias de alturas medias (m) de árboles sexuados y asexuados para cada zona

Zona	Alt. Hembras	Alt. Machos	Alt. No det
Mintegizar	15,7 (4,3)	16,1 (7,4)	10,6 (5)
Arritxurieta	7,4 (1,2)	7,8 (1,2)	6,3 (1,6)

Con respecto a la ramosidad del árbol y grado de bifurcación de los fustes, se pudo identificar al menos tres tipo de árbol entre los pies de tejo con estructura reproductiva. Estas fueron; *Monopodico* (un fuste definido); *Ramoso* (bifurcado desde los 2 o 3 m de altura); *Simpódico* (ramoso desde la base). Las diferencias en este sentido muestran que las formas *Ramosa* y *Simpodica* se produce en un 60% de las hembras, mientras que en los machos predomina la forma *Monopodica* en un 70% respecto a la *simplodica* o muy ramificada.

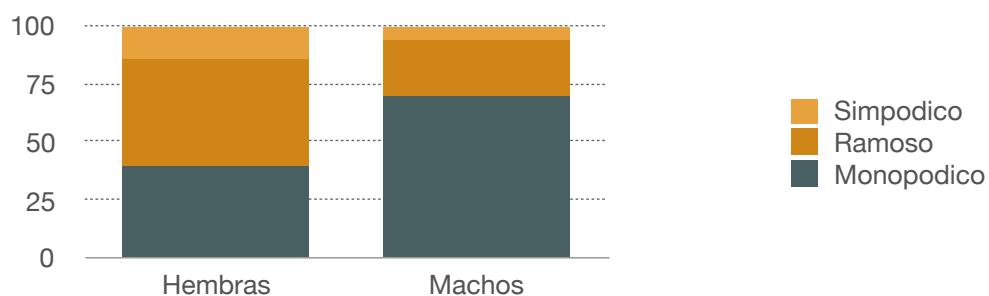


Figura 13. Frecuencia de morfotipo de árbol presentado por los pies de tejo según el sexo.

Las formas del tipo ramoso y simpódico son claramente indicativas de un desarrollo anterior con más espacio y más luz que permitió la formación y extensión de grandes ramas por todo el tronco. La esqueletización del árbol, mediante la perdida de follaje y la persistencia de grandes ramas muertas en la parte baja de la copa, muestran también los efectos negativos del aumento de sombra a la que ha ido quedando sometidos.

En las condiciones de bosque mas maduro de Mintegizar, existe una mayor proporción de árboles reproductivos y una relación mas equilibrada entre hembras y machos.

Existe una relación de tendencia negativa entre la densidad de pies del rodal y la proporción de tejos con estructuras reproductivas. Como en otros estudios, la edad de maduración reproductiva es más tarde en condiciones boscosas, acercándose en estos bosques a los 100 años de edad.

Las tejas hembras son ligeramente más bajas y de forma más ramosa que los machos, mientras estos presentan con mayor frecuencia, pies más esbeltos y con un fuste recto.

El hecho de que las ramas más extensas, de hasta 6 m en el caso de algunas hembras, actualmente se encuentren secas y sin follaje, puede estar indicando que las condiciones de alta luminosidad han empeorado y que la formación de un tejo reproductor requiere condiciones de más luz que las actuales.

Incidir sobre una mayor proporción de tejos reproductores, así como favorecer en ellos una alta productividad de órganos sexuales, está relacionado directamente con darles un mayor espacio vital para su desarrollo.

## 4.5 Regeneración

### Regeneración bajo dosel

En general para el caso de tejo, la regeneración más frecuentemente encontrada fueron las plantulas de uno o dos años de edad y siempre de un tamaño inferior a 10 cm de altura. En el caso de haya sin embargo, también se registraron plantas en la categoría siguiente de 10 - 50 cm lo que significa que esta especie sí logra un cierto éxito en el establecimiento de su regeneración.

También como se aprecia en el siguiente gráfico, en los rodales de Arrixuri (5 a 8), más de la mitad ( 67% ) del total de la regeneración de 0 - 10 cm corresponde a haya. La segunda especie en regenerar es tejo, con un 18% pero solo en algunas zonas, mientras la regeneración de roble es mínima. En Mintegizar sin embargo, haya apenas representa el 10% del total de la regeneración, siendo tejo la principal especie que participa en el regenerado. En esta zona la regeneración es inferior tanto en cantidad de plantulas como en diversidad de especies.

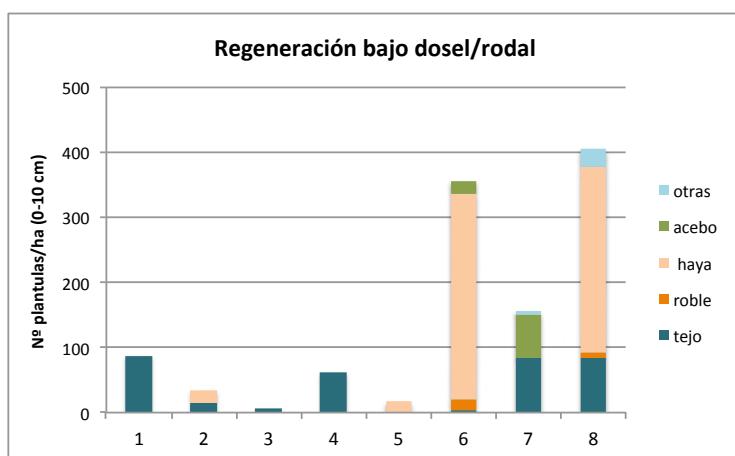


Figura 14. Abundancia de plantitas bajo dosel por especie y por rodal

De cualquier manera la densidad de plantulas de tejo es siempre inferior a las 100 plántulas/ha, una cantidad muy baja para asegurar el establecimiento de una nueva generación. Así también, la ausencia de plantas de mayor tamaño indica en estos casos, que las plantitas de uno o dos años no están prosperando en las condiciones actuales y después de los primeros años, se produce una fuerte mortalidad.

Tabla 8. Abundancia media (plantulas/ha) de regeneración (0-10 cm de altura) bajo dosel por sector

Zona	Tejo	Haya	Roble	Acebo
Mintegizar	43	5	0	0
Arrixurieta	43	96	6	22

Esta escasa regeneración de tejo que actualmente logra germinar bajo el dosel, puede ser el resultado en cierta medida tanto de una posible baja producción de semillas por parte de las tejas, o de unas condiciones de sustrato poco adecuadas para la germinación. Un completo estudio realizado en Irlanda (Devaney, 2013) que ha aislado el efecto de herbívoros sobre la regeneración de tejo, ha encontrado que su regeneración se ve principalmente afectada por la densidad de adultos y la composición del dosel. De hecho según el autor la presencia de plantas juveniles ( $> 2\text{m}$  de altura) fue mayor en condiciones de mayor riqueza florística, especialmente frondosas y de una baja densidad de adultos que oscilaba entre 3 y 25 pies/ha.

En este sentido cabe destacar que en Arikutza las densidades de adultos son en general bastante más altas, por lo que este factor se podría asociar a la ausencia de plantas juveniles. Aunque la excepción podría ser el rodal 4 de Mintegizar con una baja densidad de adultos 29 pies/ha, tampoco aquí se registra la presencia de plantas juveniles de tejo y la abundancia de plántulas apenas supera las 60 pl/ha. Esto puede significar que en las poblaciones estudiadas, la densidad de adultos o la cobertura arbórea actual sea demasiado alta tanto para la producción de semillas, como para su germinación y desarrollo. Con respecto al efecto del herbivorismo sobre la regeneración por ganado doméstico, no se ha encontrado evidencias. Sólo cabe destacar un ejemplar de tejo de unos 20 cm de altura en la zona sur de Mintegizar, que se encuentra muy ramoneado y que hace pensar, se trata de fauna silvestre que lo anualmente como sus brotes.

### **Regeneración en claros**

Entre los dos sectores estudiados, se registro un total de 8 claros. Aunque en general no se encontró claros de gran tamaño ( $> 500 \text{ m}^2$ ), estos fueron más frecuentes y de mayor tamaño en la zona de Arrixuri. No siempre se detectó una posible causa o suceso que generara el claro, pero la causa mas frecuente fue la caída de pies desraizados de roble y haya.

*Tabla 9. Caracterización y parámetros de los claros registrados*

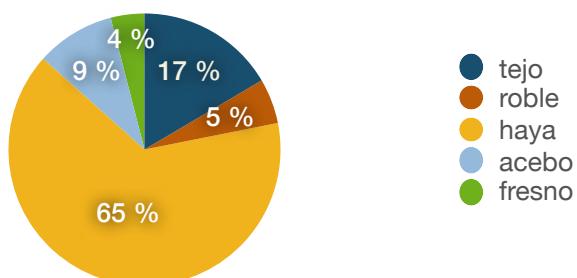
Zona	Claro (T_nº)	Tamaño (m <sup>2</sup> )	Origen claro	Especies formadoras	Especies sucesoras
<b>Mintegizar</b>	2_1	50	-	-	-
	4_2	30	-	-	-
<b>Arrixurieta</b>	5_1	80	m_pie/ desraiz	roble (2)	haya, roble
	8_7	100	desraizado	roble	avellano, acebo
	8_8	154	desraizado	haya (2)	acebo
	5_3	160	desraizado	roble	roble
	7_4	160	-	-	roble, tejo
	5_2	180	quebrado	haya	tejo

El desarraigo de los árboles como causa principal de caída, habla probablemente de unas condiciones de suelos poco desarrollados o inestables, que están favoreciendo este fenómeno como un mecanismo natural para disminuir la densidad y la competencia entre individuos. Para el caso de roble, estos árboles desraizados de diámetros menores a 30 cm, también indican que en estas masas la especie se encuentra más afectado por la competencia de luz y que tras el efecto de supresión y debilitamiento, los pies que no han alcanzado el dosel superior, terminan cayendo. Por otro lado, los árboles sucesores corresponden a pies generalmente jóvenes de alguna de las especies presentes en el dosel, que debido a su desarrollo aventajado con respecto al resto de arbólitos, tienen más posibilidades de ocupar el claro.

*Tabla 10. Características de los Árboles Sucesores a ocupar los claros*

Zona	Tamaño Claro (m <sup>2</sup> )	Altura árboles Sucesores (m)				
		roble	haya	tejo	acebo	avellano
<b>Mintegizar</b>	30	-	-	-	-	-
	50	-	-	-	-	-
<b>Arritxurieta</b>	80	19,5	25,7			
	100				3,5	3,0
	154				7,5	
	160	17		5		
	180			7,5		

Así, tal como se aprecia en la tabla, en el caso de Mintegizar los claros fueron menos frecuentes y más pequeños, lo que probablemente explica el hecho de que no presentaran árboles sucesores de ninguna especie. En la zona de Arritxuri sin embargo, todos los claros presentaron uno o dos sucesores de especies tanto arbóreas como arbustivas. Como se aprecia también en la tabla, la presencia de tejo como sucesor, está más asociada a los claros de más de 150 m, lo que puede tener relación con la necesidad de la especie de una mayor disponibilidad de luz para su desarrollo.



*Figura 15. Regeneración total en porcentaje < 50 cm de altura encontrada en los claros, por especie*

Con respecto a la regeneración a escala de plantula, es haya la especie que más regenera en los claros estudiados. En valores porcentuales de regeneración total en claros, la gráfica muestra que tanto tejo como roble, que requieren un dosel más abierto para establecerse, representan apenas un 22% de la regeneración, mientras que especies más tolerantes a la sombra como haya, acebo y fresno representan el 78% del total. El mayor éxito en los claros de especies más tolerantes a la sombra, revela en cierta medida que las condiciones de luminosidad de los claros que se generan en estos bosques, favorece a este tipo de especies y no son suficientes para el desarrollo de especies más demandantes de luz como puede ser tejo.

Este requerimiento por parte de la especie también se aprecia cuando se analiza la relación entre el tamaño del claro y la presencia de regeneración de tejo. Al parecer, la especie parece verse más favorecida por condiciones más abiertas de dosel, puesto que tal como muestra la gráfica, la regeneración de tejo sólo aparece asociada a los claros de mas de 100 m<sup>2</sup> de superficie.

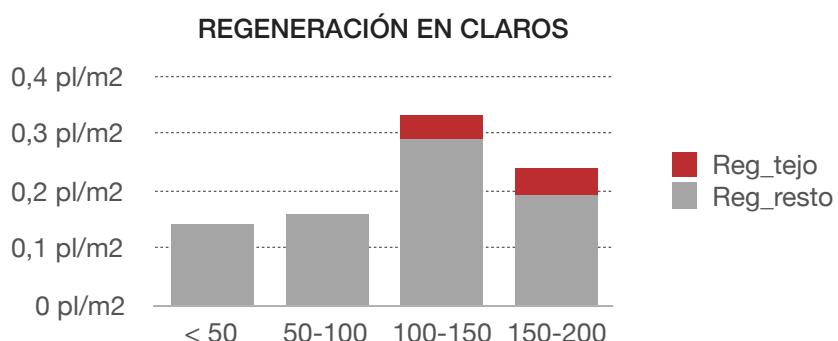


Figura 16. Densidad de plantulas/m<sup>2</sup> según tamaño de los claros (m<sup>2</sup>).

Esta necesidad de la especie también ha sido señalada por otros autores como Iszkulo and Boartynski (2005) en Polonia, cuando registran que las semillas de tejo pueden germinar tanto bajo como fuera del dosel madre, pero que solo sobreviven más de una o dos temporadas las plántulas que están fuera de su protección. Los autores consideran que la falta de luz es la principal razón de pérdida de reclutamiento de plantas puesto que al parecer, el influjo de la luz solar bajo el bosque puede ser suficiente para promover la germinación pero no para favorecer el desarrollo de las plántulas.

En este sentido Devaney (2013) en su estudio en bosques de tejo, haya y arce pseudoplatano, en Irlanda, también concluye que tejo muestra unos requerimientos de regeneración similares a especies como roble o acer y que indican la necesidad de espacios más abiertos para el desarrollo de la regeneración así como bordes de bosque. De hecho en otro estudio (Devaney, 2014) el autor señala que la continuidad de la existencia de las masas de tejo dependen de manera importante de la regeneración que se produce en los bordes de la masa, fuera de la competencia del propio dosel.

A este respecto se puede decir que de hecho entre las zonas estudiadas prácticamente no se registra la entrada de nuevas generaciones de tejo desde hace más de 50 años. Solo en los rodales 5 y 7 de Arrixurieta los registros de edad en las clases supuestamente juveniles de 5 a 10 cm de diámetro, muestran edades de unos 70 años, mientras que en el caso del rodal 1 de Mintegizar las edades de estas clases llegan a los 50 años. En los rodales de Arrixuri, debido a la alta competencia se está iniciando el debilitamiento y mortalidad de los tejos más delgados, mientras en Mintegizar una alta mortalidad, explicada por más factores, prácticamente ya ha eliminado a esta nueva generación. Esa falta de incorporación de nuevas cohortes de tejo dentro del propio bosque en los últimos años, es muy indicativo de que las condiciones de luz dentro del rodal no son las adecuadas para el desarrollo de tejo y que su entrada tiene más relación con la colonización de espacios abiertos.

Con respecto al efecto de los claros en la regeneración de otras especies, aunque sigue siendo haya la que establece una mayor abundancia de plantas tanto en claro como bajo dosel, también se puede ver que los claros tienen un efecto positivo sobre el establecimiento de especies como fresno, espino o sorbus, que fueron encontrados de manera muy esporádica. La diferencia de regeneración entre condiciones de dosel y claro, son muy marcadas y reflejan que en general los claros también son importantes para todas las especies acompañantes de tejo y en definitiva para la diversificación de estas masas.

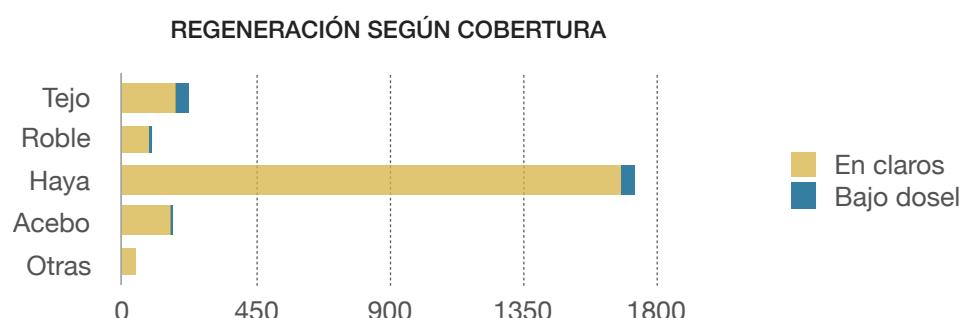


Figura 17. Abundancia de regeneración por especie (pl/ha) registrada bajo dosel y bajo condiciones de claro



Imagen 5. Claro con regeneración de haya. Plantas > 50 cm de altura. Sector de Artxuri, transecto 8

## Sustrato de regeneración

La plantulas de tejo registradas, siempre de uno o dos años y de apenas unos 10 cm de altura, se encontraron germinando sobre los distintos sustratos disponibles en el suelo. Se identificó básicamente cuatro tipos de sustratos que fueron los siguientes; a) suelo desnudo, b) suelo cubierto por lierda de ramillas y hojas de frondosas, c) agrupaciones de piedras y afloramiento rocosos y d) colonias de briófitos.



a



b



c



d

Imagen 6. Tipos de sustrato del piso forestal en el que se encontró regeneración de tejo. a) Suelo desnudo; b) lierda de ramillas y hojas; c) agrupaciones de piedras; d) briófitos

En estas masas la mayor parte de las plantulas se ha encontrado creciendo principalmente entre la lierda de hojarasca y ramillas, seguido en menor proporción por el resto de sustratos. De los tipos de sustratos menos

usados, se puede señalar que sólo el de *suelo desnudo* y que aparece como un sustrato poco frecuente para germinar, es el que no ofrece ningún tipo de anclaje a la plántula y probablemente sea también el menos exitoso para el enraizamiento y permanencia de la plántula. Al contrario, los sustratos más rugosos que ofrecen una mayor heterogeneidad en el suelo para la semilla y sus raicillas, parecen ser condiciones más adecuadas para el establecimiento de la regeneración.

A esto apunta también el estudio de autores como Devaney (2013) cuando encuentra una alta correlación de plantas juveniles de tejo con la cobertura de briofitos en el suelo, indicando que estos micrositios favorecen no solo la germinación, si no que también la permanencia de las plántulas a estadios de mayor desarrollo. Así, en condiciones de suelo inestable, una mayor diversidad de sustratos e irregularidad en el piso forestal puede ser especialmente importante en los procesos de regeneración de la especie.

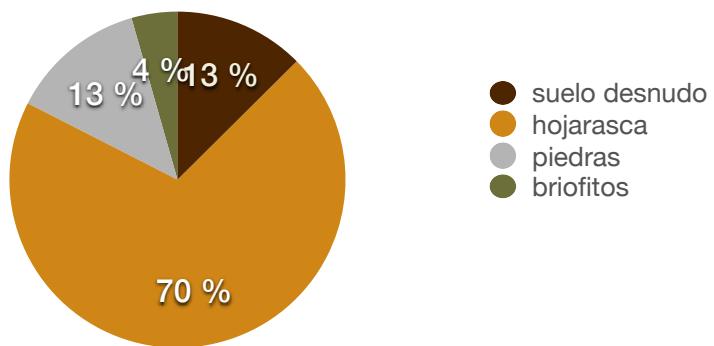


Figura 18. Frecuencia de tipo de sustratos utilizados por las semillas de tejo para germinar

También es sabido que la participación de frondosas en las masas de tejo, tiene un efecto positivo en los procesos de regeneración de la especie, debido a que ofrecen un dosel más abierto y heterogéneo, que a su vez permite el desarrollo de otras especies en el sotobosque.

### Plantas nodrizas

Aunque tejo es capaz de invadir praderas y pastizales, al parecer la presencia de plantas nodrizas que le protejan en el establecimiento parecen esenciales para su regeneración. En este sentido y según señalan otros autores (Garcia *et al*, 2000) la vegetación arbustiva también ofrece micrositios protegidos para las plántulas, donde estas encuentran un buen suelo, se mantienen inaccesibles a los herbívoros e incluso les puede proteger de una posible toxicidad causada por el propio tejo.

Las especies facilitadoras identificadas en estudios hechos en Inglaterra por ejemplo, apuntan principalmente a juníperos y espinos según el tipo de suelo y de manera más esporádica también se ha mencionado a *Sorbus aria* como una especie ocasional que puede colonizar claros, pero que después desaparece cuando

el claro se cierra. (Thomas & Polwart, 2003) En general las plantas nodrizas son de tipo arbustivo y de ciclo de vida más corto, puesto que esto asegura que será tejo la especie que en definitiva persistirá en el sitio

En lo que respecta al efecto de especies arbustivas que favorezcan el establecimiento de tejo en las poblaciones de Artikutza, se ha encontrado muy poca evidencia, debido especialmente a la escasa presencia de especies arbustivas y arborescentes dentro de las masas. Se puede decir sin embargo, que como especies que potencialmente pueden tener más presencia, si se favorecen, se han encontrado de manera muy esporádica algún pie de cerezo y de Sorbus aria en la zona más xérica de Mintegizar. Por otro lado especies como acebo y avellano también aparecen como sucesoras en los bordes de los claros en algunos sectores de Arritxuri.

### Madera muerta

Los valores más altos de madera muerta aparecen en el rodal 2 de la zona de Mintegizar, aunque de manera muy puntual, pues en general en estas masas el suelo está bastante desprovisto de este tipo de sustrato<sup>1</sup>. Los valores altos se explican debido al desarraigo de árboles de entre 20 y 40 cm de diámetro en una ladera muy abrupta. Estos volúmenes de madera muerta generada de manera natural, junto a otros parámetros de la masa como presencia de grandes árboles y edades máximas de mas de 350 años, le confieren a la tejada de Mintegizar, un grado de naturalidad importante, a pesar de otros aspectos menos deseables como son la falta de regeneración o la baja diversidad florística.

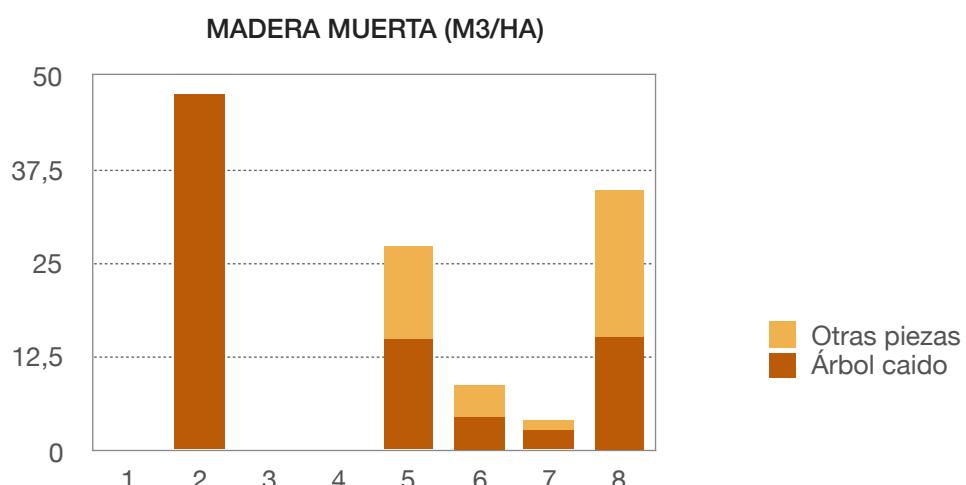


Figura 19. Volumen de madera muerta en el piso forestal por rodal y según origen de la pieza

Como se aprecia en la gráfica, el tipo de madera de pequeñas dimensiones como ramas u otras piezas, son casi inexistentes en los rodales 1 a 4 de Mintegizar, lo que también se traduce en un sustrato pobre para la

<sup>1</sup> No se incluye en estos valores la madera muerta generada por la corta de frondosas realizada recientemente

regeneración, en el sentido de que domina el suelo desnudo y que se traduce en una escasa disponibilidad de micrositios para el establecimiento de la regeneración.

Por otro lado, aunque con volúmenes más bajos en la zona de Arrixurieta, los árboles caídos son más comunes en todos los rodales y también se mantienen en el suelo una variedad de piezas pequeñas provenientes de los árboles caídos, lo que confiere al suelo un sustrato más diverso. Aquí también las zonas de menor pendiente facilitan la acumulación de ramas. En general se trata de árboles de menor diámetro, aunque la zona del rodal 8 presenta algunos viejos trasmochos de haya desarraigados de gran tamaño.

Como ya se ha mencionado, el tipo de madera originada por árboles caídos de todos los tamaños y en las dos masas corresponde casi exclusivamente a árboles desraizados de frondosas, especialmente de roble, como también ocurre en los claros. El desarraigo como principal origen de la caída de árboles suele estar relacionado con limitantes edáficas, principalmente de profundidad efectiva del suelo, y que como ya se señaló anteriormente se trata de suelos de escasa profundidad efectiva.

Esta fuente de madera muerta además de ser el resultado de un proceso natural, tiene una gran importancia para la diversificación del bosque en el sentido de que genera claros naturales y aporta heterogeneidad de sustratos para la regeneración de otras especies.

Haya es la especie que más regenera tanto bajo dosel como en los claros de ambas poblaciones. Es además, la única especie con reclutamiento que participa con plantas de mayor tamaño ( $> 50$  cm de altura).

Tejo y roble solo aparecen como plantulas  $< 10$  cm de altura, equivalentes a edades de uno o dos años en el caso de tejo. Esto muestra que hay una alta mortalidad de plantulas que no logran pasar a categorías de mayor tamaño.

En general todas las especies presentan más regeneración ( $pl/m^2$ ) en los claros que bajo dosel. Aunque la regeneración de tejo es muy baja en las dos condiciones, parecen más importantes los claros de mas de  $100 m^2$ .

Los claros aunque de tamaño pequeño, parecen tener importancia en la diversificación de estas masas, al permitir en algunos casos, el establecimiento de especies como avellano y acebo.

Los sustratos irregulares parecen ser los micrositios que ofrecen mejores condiciones para la germinación y establecimiento de las plantulas de tejo.

La escasa acumulación de madera muerta de pequeñas y medianas dimensiones puede estar relacionado con las fuertes pendientes, en especial en Mintegizar y la escasez de micrositios para la regeneración.

Entre las zonas estudiadas prácticamente no se registra la entrada de nuevas generaciones de tejo desde hace más de 50 años, debido seguramente al cierre gradual del dosel en las últimas décadas.

## 5. ACTUACIONES PARA MEJORAR LA VIABILIDAD DE LAS POBLACIONES

Del diagnóstico realizado se desprende la necesidad de iniciar actuaciones destinadas a mejorar aspectos relacionados con el estado de conservación, vitalidad y viabilidad de estas masas. Para estos aspectos que se describen brevemente a continuación, también se han identificado en la medida de lo posible los parámetros que faciliten su ejecución en terreno. Además cada población registra una problemática distinta y prioridades particulares, por lo que para cada una se define un plan de acción, de al menos dos fases, que organizan las actuaciones en el tiempo para los próximos 4 a 5 años.

### **Mejora de la vitalidad**

Esto requiere en las zonas de mayor densidad y proporción alta de árboles con defoliación, ampliar el espacio vital para los pies que tengan más posibilidades de responder a la liberación. En zonas de muy alta densidad y fuerte competencia, es esperable que se produzca una mortalidad natural de los pies más debilitados, que a la larga crearán condiciones de menor densidad. Sin embargo si los árboles involucrados en este proceso de competencia natural están muy debilitados, podría ocurrir una mortalidad sincrónica de grupos de pies de tejo que se puede evitar mediante unas claras graduales.

### **Mejora de la producción de semillas**

Para la producción de semillas se requiere por un lado que existe una buena proporción entre individuos de cada sexo, pero también que los árboles con capacidad de producir estructuras reproductivas, alcancen un buen desarrollo y en definitiva generen una alta producción de semillas. En este sentido los resultados muestran una mejor proporción entre sexos en condiciones de mayor espaciamiento. También es esperable que la mayor disponibilidad de espacio para las hembras se traduzca en una mayor productividad de semillas, especialmente cuando en general son de menor altura que los machos y se encuentran más sumergidas en el dosel de frondosas.

### **Mejora de las condiciones para la regeneración de tejo**

Para implantar micro sitios efectivos para la germinación y protección de las plantas de tejo, especialmente en los suelos más inestables y de fuerte pendiente, se puede recurrir por un lado a la mejora de la diversidad florística del sotobosque. Por otro lado también se puede incorporar arreglos de madera muerta, que generen camas de germinación que retengan las semillas y plantulas. Puesto que al parecer los claros de mayor dimensión también parecen favorecer el establecimiento de plantitas de tejo, este puede ser un buen espacio para iniciar esta mejora de condiciones para la regeneración.

## 5.1 Población de Mintegizar

### Objetivos de gestión

- A. Mantener el vigor de los tejos reproductores y promover una alta producción de semillas
- B. Implementar micrositios para la germinación y establecimiento de la regeneración de tejo al interior del bosque
- C. Facilitar nuevos espacios para la conservación de las tejedas de Artikutza.

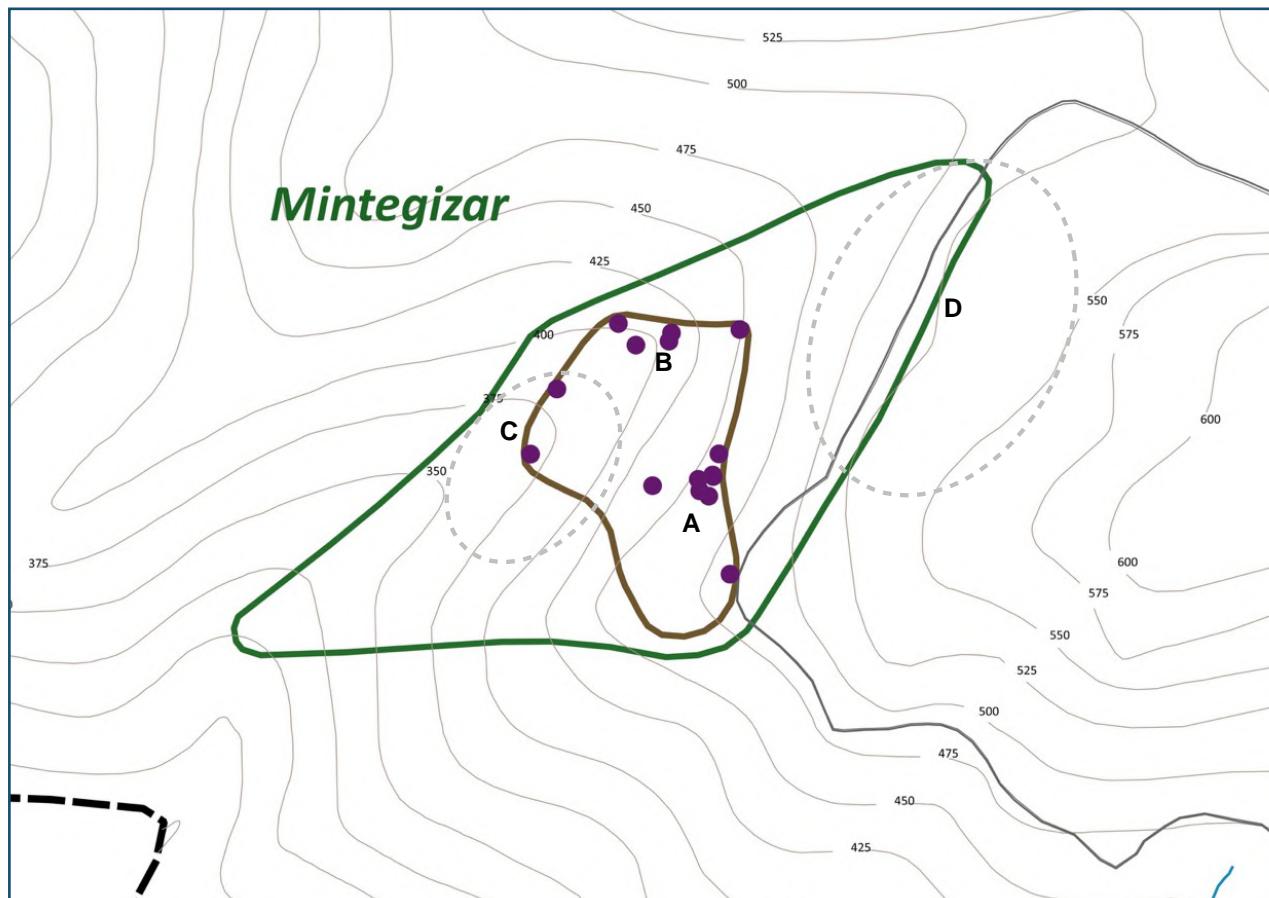
### 1º Fase

Período	Actuación	Parámetros de actuación	Zona
2017 otoño	Identificar en terreno las tejas a liberar	<ul style="list-style-type: none"><li>• Marcar los árboles vecinos a eliminar contemplando un radio deliberación para las tejas, superior a los 6 m en el caso de que estos intercepten sus copas.</li><li>• Favorecer las tejas menores a 40 cm de diámetro de las zonas bajas de la vaguada para evitar que se supriman.</li></ul>	Zona B y C *
2017 - 2018 otoño	Estudio de producción de semillas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Evaluación específica sobre tejas hembras creciendo en todas las condiciones de espacioamiento e iluminación de copas.</li></ul>	
2018 primavera	Diagnóstico nutricional de suelos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Análisis foliar y edáfico estratificado por zonas</li></ul>	Todas las zonas
2017 - 2018 otoño	Liberar tejas hembra: corta y anillado de vecinos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Según las condiciones de terreno sólo se deberán cortar los árboles &lt; 40 cm de diámetro y anillar los de diámetro superior.</li></ul>	
2018-2019	Arreglos de madera muerta	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los restos de la corta de árboles vecinos se podrán utilizar para instalar arreglos de madera de manera perpendicular a la pendiente para que favorezcan la creación de camas de germinación para tejo.</li><li>• Estos arreglos se establecerán de preferencia en los claros naturales ya existentes o los generados por las cortas y anillados</li></ul>	Zonas A y B

\* En las zonas A y B ya se han realizado cortas que han permitido la liberación de algunas tejas

## 2º Fase

Período	Actuación	Parámetros de actuación	Zona en mapa
2018-2020	Enriquecimiento de claros	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plantación de especies fruticosas en los claros</li> <li>Plantar grupos de a 5 plantas en disposición triangular a 1 m de espaciamiento</li> <li>Plantar en el borde norte del claro que reciba más luz</li> </ul>	Zonas A y B
> 2020	Expansión de la zona núcleo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar hacia la parte alta de la ladera de exposición NO zonas donde hacer cortas de haya en al menos 1 ha de superficie</li> <li>En las zonas cortadas iniciar un enriquecimiento con especies fruticosas y plantación de tejos provenientes de las tejas hembras de la zona.</li> <li>Asegurar la exclusión de ganado, si es posible mediante cercado.</li> </ul>	Zona D



Mapa de Zonas de actuación y ubicación de tejas hembra (morado)

---

## Especificaciones técnicas en Mintegizar

### A) Liberación de tejas

En esta zona se considera solo la liberación de tejas hembras, para evitar que decaiga su vigor actual, desarrollos ampliamente sus copas y en definitiva alcancen una buena producción de semillas. Con respecto a los tejos macho, aquí se registran ejemplares de gran tamaño y buen aspecto en sus copas, por los que no sería prioritario.

La liberación de algunos pies es una actuación que ya se ha iniciado en la zonas A y B de Mintegizar, y al parecer con una buena respuesta en las copas de los tejos liberados. En esta zona en general las tejas detectadas alcanzan un buen diámetro, aunque cierto grado de desfoliación en sus copas. El espaciamiento respecto a sus vecinos está en torno a los 5 m, pero algunas tejas sobre todo en las partes más bajas de la vaguada, están más sombreadas por hayas, robles y fresnos, y requerirán de más espacio.

### B) Anillado de árboles vecinos

Para eliminar los árboles vecinos de gran tamaño que sean técnicamente más difíciles de cortar, se recomienda el anillado del árbol. Para esto se deberá realizar un corte alrededor de todo el perímetro del tronco, para extraer una banda de corteza y cambium. Esta banda deberá ser recta y continua y tener al menos unos 20 cm de ancho, para evitar que los tejidos de crecimiento se vuelvan a conectar por algún punto de corte irregular.

El método de anillado sobre unos árboles para liberar a otros de la competencia y sombreado, permite un efecto más gradual de exposición a la luz, que el que puede generar una corta. Por esto es recomendable para la liberación de los tejos que estén muy suprimidos y con escaso desarrollo de sus copas.



Ejemplo de anillado en fajas de unos 20 cm de ancho, en fustes de más de 30 cm de diámetro.

---

### C) Arreglos de ramas y madera muerta

Con los restos de los árboles cortados, construir pequeñas empalizadas de ramas y piezas de menor diámetro, de disposición perpendicular a la pendiente. Estos arreglos de restos de madera podrán ser discontinuos y extenderse por solo unos metros en zonas de claros con fuerte pendiente.

Estas estructuras deberán estar contenidas por estancas enterradas en el suelo en al menos 2/3 de su largo total.



**Empalizada sencilla creada con restos de madera, para generar espacios para la regeneración**

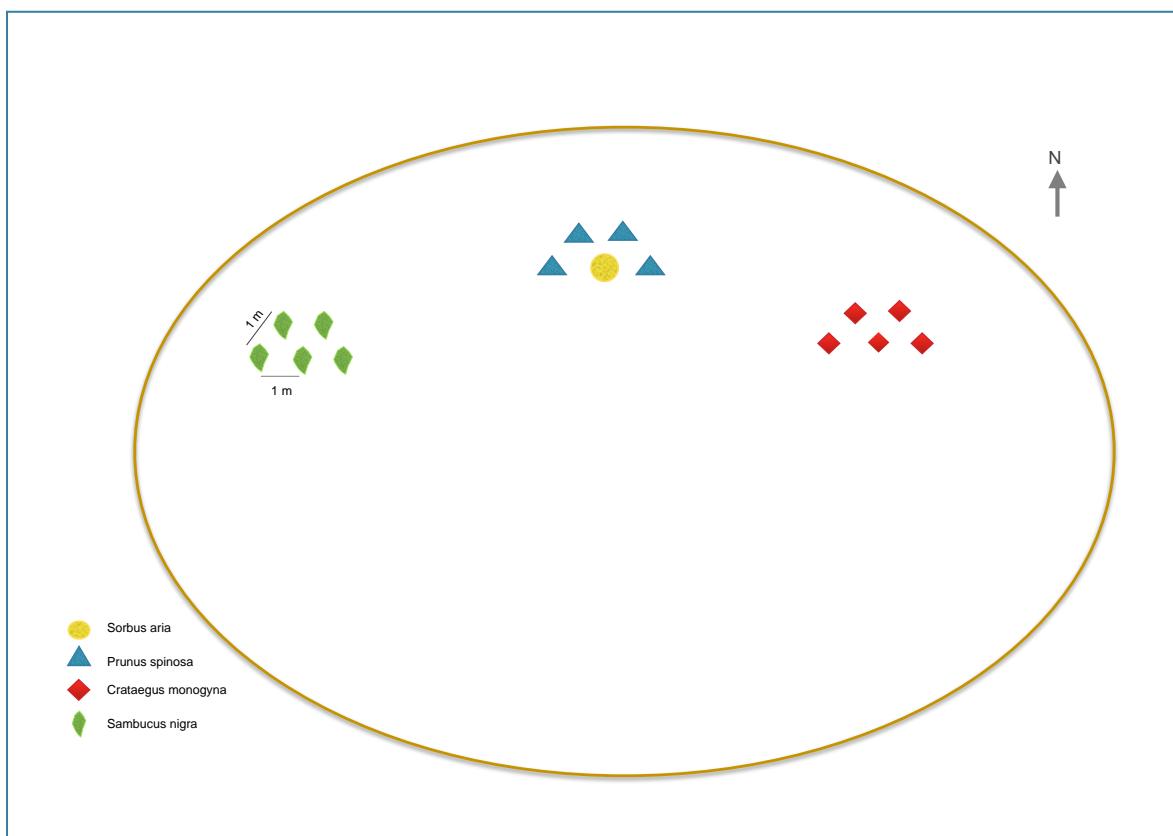
### D) Especies fruticosas

En las zonas A y B se recomienda plantar en los claros, arbustos de hoja caduca, puesto que permitan más llegada de luz al suelo en época de germinación y crecimiento. El objetivo de este enriquecimiento del sotobosque en zonas iluminadas, es el de atraer aves frugívoras que se posen en estos arbustos para alimentarse, a la vez que transporten y depositen semillas de tejo que puedan desarrollarse bajo su protección.

La plantación puede consistir en grupos de 5 plantas en ordenación de *tres bolillos* en el centro del claro, si es suficientemente grande o en el borde norte si es muy pequeño. En los claros < 50 m<sup>2</sup> se recomienda plantar uno o dos grupos de plantas, 3 grupos en los de 100 m<sup>2</sup> y 4 en los de hasta 200m<sup>2</sup>.

Las especies recomendadas, algunas de las cuales ya crecen en la vaguada son: *Crataegus monogyna*, *Sambucus nigra* y *Prunus spinosa*. También como especie más arbórea se puede incluir algún pie de *Sorbus aria* en mezcla con las especies más arbustivas. Las plantas deberán ser de más de 5 savias y tener más de 1 m de altura y de procedencia lo más cercana posible a la zona.

Aunque no se espera que la fructificación de estas especies comience antes de los próximos 5 años, si pueden comenzar a cumplir una función de protección del suelo y enriquecimiento de la diversidad.



Esquema de enriquecimiento de claros con especies fruticosas en ordenación de *tres bolillo*.

#### C) Estudio de Producción de semillas.

El grado de productividad de semillas por parte de las tejas no fue determinado en este estudio por la época en que se llevo a cabo el trabajo de campo, entre los meses de mayo a junio. En esta época solo es posible apreciar los primordios semilales en algunas ramas, pero al no haber adquirido el color rojo, estos no se distinguen en toda la copa del árbol.

Se recomienda un estudio específico sobre las hembras que permita evaluar el grado de productividad de semillas en las condiciones actuales. Esto permitirá tener una mejor medida de los efectos positivos de la liberación de espacio, y también contribuirá a identificar parámetros básicos para diseñar mejores prácticas en la restauración de tejadas. Este estudio debería realizarse en los meses de octubre a noviembre, cuando se puede evaluar cualitativa y cuantitativamente las características de fructificación en las copas.

---

#### d) Diagnóstico de la fertilidad del suelo

Los suelos de Artikutza pueden ser localmente de muy poco profundidad. Dada la naturaleza ácida de las roca madre, su fertilidad está muy ligada al desarrollo y estado de conservación del horizonte A, así como de sus propiedades hídricas que van a determinar la duración de los períodos de anegamiento (o incluso, en el caso de *leptosoles* muy delgados, de estrés hídrico estacional en periodos secos de inusual duración). La erosión histórica y en algunos sectores la erosión actual, han podido deteriorar el horizonte orgánico del suelo comprometiendo su fertilidad. Por ello, se recomienda realizar un diagnóstico de la fertilidad física y química de los suelos en que crecen las **tejeras** de Artikutza, para determinar otras actuaciones que podrían incrementar su respuesta a las actuaciones sivícolas ya propuestas (en crecimiento, desarrollo de copa y reproducción).

#### e) Expansión de la zona núcleo.

Para asegurar el acervo genético de las poblaciones y favorecer su dinámica natural, es importante desandar el camino de gestión forestal que ha favorecido a haya en estos bosques, dejando espacios libres de bosque donde tejo pueda instalar sus nuevas generaciones. Muchos autores coinciden en que esta es la manera en que se perpetúan las poblaciones de tejo, por lo que en este caso en que existen dos poblaciones muy restringidas en su extensión y con pocas posibilidades de expandirse, se deberían habilitar estos nuevos espacios.

Se proponen zonas de exposiciones favorables y de suelo más profundo, donde además se registran pies dispersos de tejos sumergidos. La repoblación como medida de apoyo a la colonización natural, podrá hacerse mediante siembra directa con semillas obtenidas de las tejas madres, una vez que su producción sea abundante. También se podrá realizar mediante plantación a partir de plantas producidas con semillas del mismo origen, pero este proceso puede resultar más largo y trabajoso.

## 5.2 Población de Arrixurieta

### Objetivos de gestión

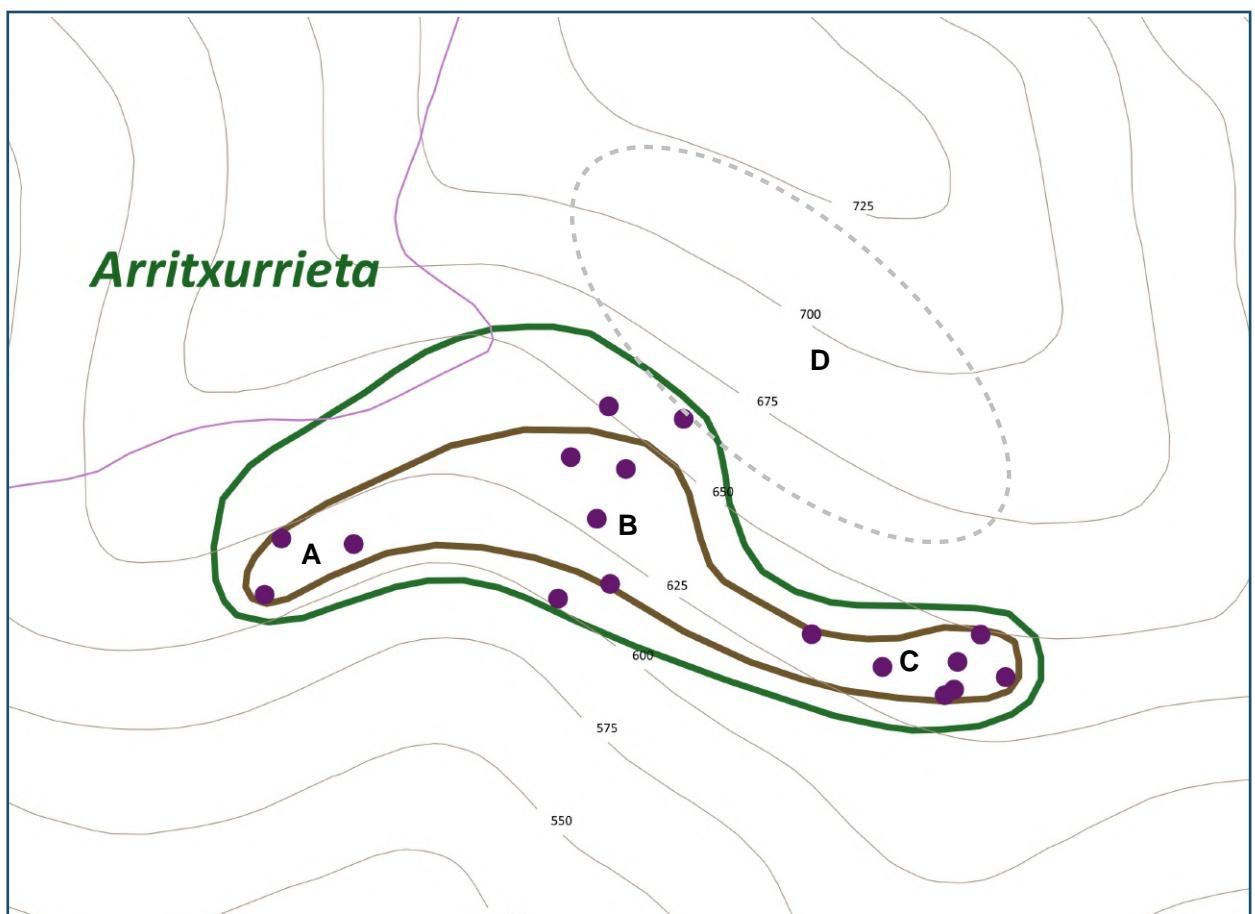
- A. Mejorar el vigor de los tejos reproductores y promover una alta producción de semillas
- B. Asegurar la supervivencia de tejos sumergidos que aún mantienen niveles medios de defoliación.
- C. Implementar micrositios para la germinación y establecimiento de la regeneración de tejo al interior del bosque
- D. Facilitar nuevos espacios para la conservación de las tejedas de Artikutza.

### 1ª Fase

Período	Actuación	Parámetros de actuación	Zona
2017 otoño	Identificar en terreno las tejas <b>hembra</b> a liberar	<ul style="list-style-type: none"><li>• Marcar los árboles vecinos a eliminar</li></ul>	Zonas A y C
2017 otoño - invierno	Liberar tejas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Favorecer las tejas más añosas y sumergidas; las de diámetro entre 60 y 90 cm</li><li>• Tejas más jóvenes; favorecer las de más de 30 cm de diámetro</li></ul>	Zonas A y C
2017-2018 otoño	Estudio de producción de semillas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Evaluación específica sobre tejas hembras</li></ul>	
2018 primavera	Diagnóstico nutricional del suelo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Análisis foliar y edáfico estratificado por zonas</li></ul>	Todas las zonas
2018 primavera	Identificar tejos <b>macho</b> a liberar	<ul style="list-style-type: none"><li>• Favorecer los tejos de más de 20 cm de diámetro en numero similar al numero de hembras detectadas; &gt; 4 en A; &gt; 6 en B</li></ul>	Zonas A y B
2018 otoño	Liberación de tejos macho y potenciales reproductores	<ul style="list-style-type: none"><li>• Liberar de los vecinos en un radio superior a los 5 m en el caso de que estos intercepten sus copas.</li><li>• Según las condiciones de terreno sólo se deberán cortar los árboles &lt; 40 cm de diámetro y anillar los de diámetro superior</li></ul>	Zonas A y B
2018-2019	Disminuir densidad de pies de tejo	<ul style="list-style-type: none"><li>• En los bosquetes de mayor densidad de pies, liberar unos 2 - 3 tejos por grupo, entre los que sus copas evidencien mayor capacidad de respuesta</li></ul>	Zonas A y C

## 2º Fase

Período	Actuación	Parámetros de actuación	Zona
2019-2020	Enriquecimiento de claros	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plantación de especies fruticosas en los claros</li> <li>Plantar grupos de a cinco plantas en disposición triangular a 1 m de distancia</li> <li>Plantar en el borde norte del claro que recibe más luz</li> </ul>	Zonas B y C
> 2020	Expansión zona núcleo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar hacia la parte alta de la ladera zonas donde hacer cortas de haya en al menos 1 ha de superficie</li> <li>En las zonas cortadas iniciar un enriquecimiento con especies fruticosas y repoblación con tejos provenientes de las tejas hembras de la zona.</li> </ul>	Zona D



---

## Especificaciones técnicas en Arrixurieta

### A) Liberación de tejas hembra

En la zona de Arrixurieta, las grandes tejas (*Matriarcas*) son muy escasas y se encuentran en un estado crítico de vigor, por lo que son una prioridad inminente liberarlas de competencia. En el estudio se han detectado, al menos una en la zona A y otra en la zona C, pero es probable que exista alguna más.



Tejos de Arrixurieta que requieren liberación. a) Teja *matriarca* en zona A; b) tejos sumergidos potencialmente reproductivos en zona B.

### B) Liberación y formación de tejos macho

La idea de estas actuaciones es que los pies de tejo que ya han madurado y comenzado a formar estructuras reproductivas, no se debiliten. Esto es especialmente importante en esta población donde la proporción de tejos macho es muy baja respecto a las hembras. Su identificación se deberá realizar en primavera cuando se desarrollan los estrobilos.

Con respecto a los tejos macho encontrados en la zona C, estos presentan buen estado de vigor, y aunque en su mayoría apenas superan los 8 m de altura, y los 35 cm de diámetro, también hay que reportar la presencia de algún pie de más de 50 cm de diámetro.

---

En las zonas A y B sin embargo, se ha detectado una escasa presencia de tejos macho, por lo que para que estos se lleguen a formar, será necesario liberar tejos más jóvenes para que mejoren su vigor. Hay que recordar que en esta población existe un alto porcentaje de tejos no reproductivos por lo que del desarrollo más vigoroso de algunos pies dependerá de que estos comiencen su maduración sexual.

#### B) Disminuir densidad de tejos

En las zonas A y C se mantiene agrupaciones de tejo en muy alta densidad, que están generando un fuerte debilitamiento de la mayoría de los pies. En entre estos bosquetes se recomienda identificar los pies que aún mantengan cierta frondosidad en la copa, para ser liberados de la competencia de otros árboles tanto de tejos como de frondosas. Esto permitiría dar posibilidades de sobrevivir al menos un cierto porcentaje de árboles, mejorando su vigor y evitando un debilitamiento general, al que se puede asociarse la ocurrencia de algún patógeno.



Grupo de tejos en Arrixurieta (zona A) creciendo en alta densidad, con copas muy desfloradas y ramas orientadas hacia la luz.

#### C) Plantación en claros

En esta zona el enriquecimiento del sotobosque se puede realizar en los claros naturales más amplios que ya existen en las zonas B y C. Requiere especial atención un rodal muy abierto en la zona C con tejos machos y hembras, muy ramosos y buen desarrollo de sus copas. A pesar de lo abierto y luminoso de este tramo de bosque, no se desarrollan especies arbustivas en el sotobosque y no existe regeneración de tejo, aunque si

---

de haya. Además a nivel herbáceo se desarrolla un tapiz de ericáceas que al parecer impide el acceso de las semillas al suelo mineral. Es probable que aquí se den condiciones limitantes para el crecimiento de otras especies, si se considera que especies de este tipo pueden ser indicadoras de suelos encharcadizos. Sin embargo la plantación de otras especies en los bordes o espacios libres de ericas, podría contribuir a mejorar el sitio. El enriquecimiento y mejora se puede comenzar con la plantación de algunos abedules, en el lugar en que se desarrolla la regeneración de haya.

Las características de la plantación pueden ser similares a las descritas para Mintegizar, pero se propone como especies arbustivas, las registradas en el estudio, que aunque se encuentran en muy escasa cantidad, son indicadoras de la composición potencial del sotobosque. Estas son; *Ruscus aculeatus*, *Ilex aquifolium* y *Crateagus monogyna*. También se puede contemplar el establecimiento de arándano *Vaccinium myrtillus* o *Rosa arvensis*.

### **Recomendaciones para el seguimiento**

Para las poblaciones de tejo en Artikutza sería recomendable adaptar un protocolo de vigilancia acerca del estado de conservación de estructura y función de estas masas, similar al que se señala en las *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España* (Serra, 2009). Para el caso de los bosques de *Taxus baccata* donde se incluye la región biogeográfica atlántica, se propone recoger cierta información que se considera buena indicadora del estado de conservación de las poblaciones. Algunos aspectos recomendados son:

- Cartografiar las poblaciones
- Identificar la estructura y composición en estado 0, incluyendo las variables; Producción de semillas, Reclutamiento de plantulas y Presencia de fauna dispersora. También de fauna post dispersora (ungulados y ganado)
- Mantener un seguimiento periódico de los cambios dinámicos en las poblaciones identificadas

Algunas de estas actuaciones ya se han comenzado a recoger para el caso de las poblaciones de Artikutza, por lo que sería muy recomendable asegurar su seguimiento. Otras como la producción de semillas o la presencia de fauna dispersora (aves y mamíferos), tal vez requieran de un estudio específico en los próximos años.

---

## 6. Bibliografía citada y consultada

- CASALS, P., CAMPRODON, J., CARITAT, A., RIOS, A., GUIXE, D., GARCÍA, X., MARTÍN\_ALCÓN, S. AND 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) 10 pages
- CASTRO GIL, A. 2009. Evolution and structure of Artikutza, an 80-year-old beech forest in Navarra (northern Spain) Minibe, Ciencias Naturales. N° 57 (2009) 257-281
- DANIELS, L.D. , DODRY, J., KLINKA,K AND SÉLLER, M. 1997. Determining year of death of logs and snags of *Thuja plicata* in southwestern coastal British Columbia. *Ca. J. For. Res.* 27:1132-1147
- DEVANEY, J., Janse, M.& Whelan, P. 2014. Spatial patterns of natural regeneration in stands of English yew (*Taxus baccata* L); Negative neighbourhood effects. *Forest Ecology and Management* 321 (2014) 52-60
- GARCIA, D., OBESO, R.J., 2003. Facilitation by herbivore mediated nurse plants in a threatened tree, *Taxus baccata*: local effects and landscape level consistency. *Ecography* 26, 739–750.
- GARCIA, 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. *Biol. Conserv.* 95, 31–38.
- GARCÍA, X., BALBUCEAN, L. (s/f) La semilla del tejo, historia de una diáspora. Jornadas del tejo en Ponferrada.
- HULME P. E 1996. Natural regeneration of yew (*Taxus baccata*) microsites, seed or herbivore limitation? *Journal of Ecology* 84, 853-861
- ISKULO, G., BORATYNSKI, A. 2004. Different age and spatial structure of two spontaneous subpopulation of *Taxus baccata* as a result of various intensity of colonization process. *Flora* 200 (2005) 195-206
- LATORRE, I & ARBERAS, E. 2014. Distribución y estado de conservación de tejo (*Taxus baccata*) en Ayala y zona ZEPA ES0000244 Sierra Salvada. Asociación Salvagoro y Gobierno Vasco, Departamento de Medio Ambiente.
- LINARES, J.C., 2013. Shifting limiting factors for population dynamics and conservation status of the endangered English yew (*Taxus baccata* L., Taxaceae). *For. Ecol. Manage.* 291, 119–127
- MARSHALL, P.L.; DAVIS, G.; LE MAY, V.M. 2000. Using Line Intersect Sampling for Coarse woody Debris. Forest Service, British Columbia. Technical Report, Vancouver Forest Region. TR-003 Ecology
- NORYSKIEWICZ, A. The history of *Taxus baccata* L. in the Wierzchlas (N Poland) on the basis of palynological research. *Ecological Questions* 26/2017: 81-90

---

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 their relevance for conservation strategies. *Plant Ecol.* 205, 23–46.

THOMAS, P., & GARCÍA, X. 2015. Response of European yews to climate change: a review. *Forest Systems* 24 (3) 11 pages.

THOMAS, P. & POLWART, A. 2003. Biological Flora of de British Isles. *Taxus baccata* L. *Journal of Ecology* 91, 489 - 524

VV.AA. 2014. Jornadas Internacionales del Tejo. Monestir de Poblet, 23-25 de octubre. Proyecto LIFE + Taxus ([www.taxus.cat](http://www.taxus.cat))

---

## Anexo

**Informe Laboratorio Patología Vegetal**

**Ubicación Coordenadas Tejas**

**Mapas: Pendiente. Exposición**